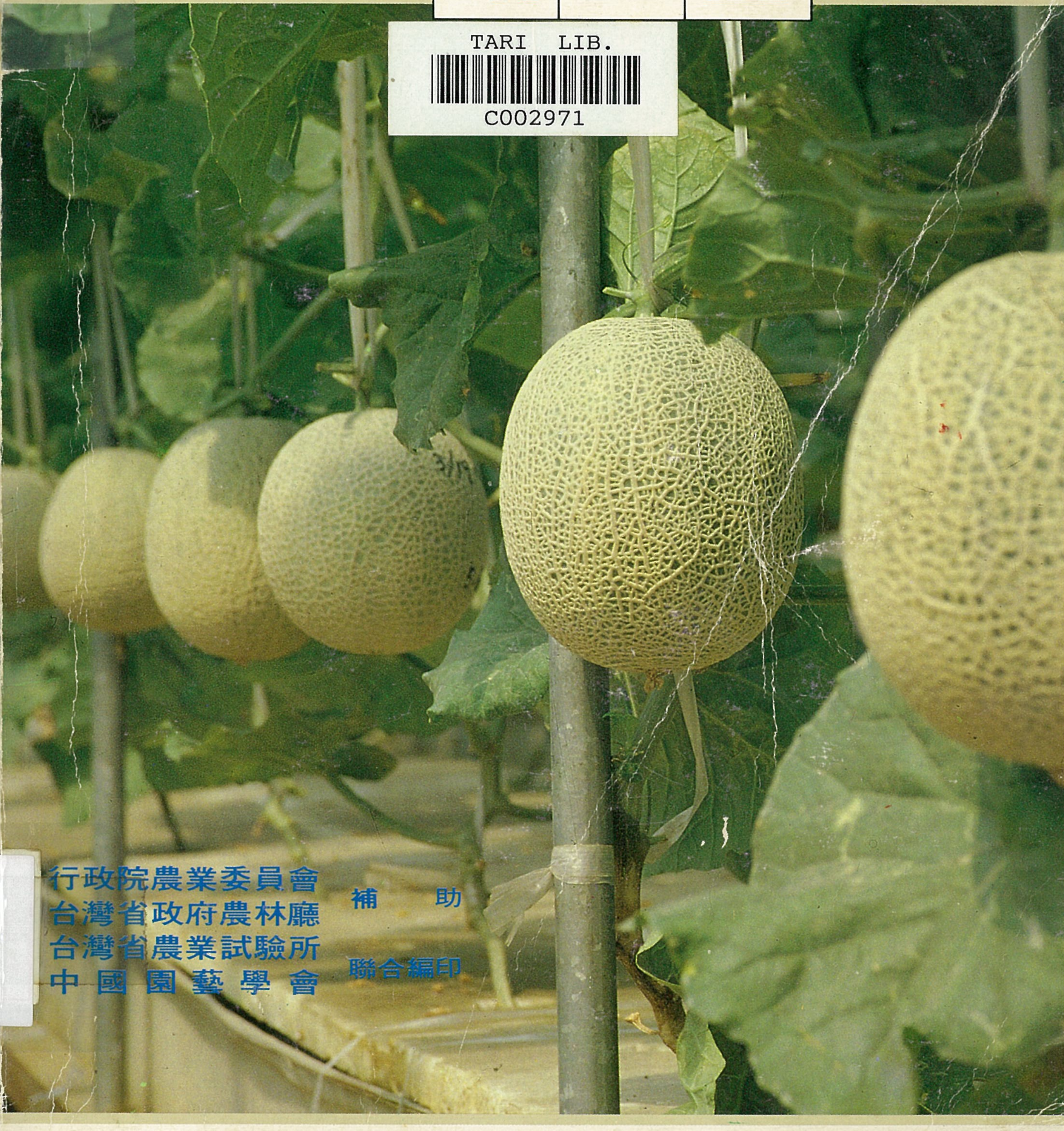
設施園藝研討會專集

民國七十六年二月十八日至二月十九日
於台灣省農業試驗所舉行

TARI LIB.
C002971



行政院農業委員會
台灣省政府農林廳　補　助
台灣省農業試驗所
中國園藝學會　聯合編印

中華民國七十六年六月

設施園藝研討會專集
勘誤表

（注意：加下線處是改正部份）

頁數	位置	更正
序	第4行	…並非為最重要的生產產阻礙條件，…（劃線處刪除）
IV.	第21行	…園藝作物最適宜之……
V.	第15行	…，面積會增加。……
VI	第1行	…就是自給自足的農業，……
VIII	第1行	發展精緻農業為……
7	表一倒數第2行	…ロックウール栽培……
13	Summary第6行	…greenhouse development in Japan.
13	Summary第8行	temperature regulating，plant……
13	Summary第9行	The development of hypo-nics……
15	摘要第5行	…、胡瓜、萵苣等為主，……
16	表三第4行	畜產%
19	倒數第2行	和膨壓（Turgor Potentials）……
21	倒數第2行	…，溫室之內除溫度，……
23	第3、4行	…，氯化鈉含量需在1.5 m moℓ/ℓ以下，……
26	第27行	…以蒸發散速度略較岩綿……
29	Summary第3行	production value achie-ved 860 million……
30	第16行	…花卉市場有上升的趨勢，…
30	第22行	…自動控制系統方面，……
35	第3行	帶來病源及雜草種子……… …病蟲及雜草防治費用低，… …切花花瓣及葉片清潔，……
35	第17行	…盆花、觀葉植物及……
38	表一第11行	mulched with
38	表一第16行	mulched with straw
38	表二第17行	mulched with
39	表三第6行	Planting-bed mulched with
39	表三第9行	Planting-bed mulched with
39	表四第9行	Planting-bed mulched
39	表四第12行	Planting-bed mulched
41	參考文獻9.	…PE布覆蓋提高……
41	參考文獻19.	…Use of new type……
41	參考文獻21.	Tu，C.C.，S.L. Hwang and S.C. Hwang
44	倒數第10行	…屋頂部覆以0.2 mm透明塑膠布……
48	表六第2行	…葉長leaf length(cm)
52	表九標題英文	Comparison of yield of sweet pepper……
56	第18行	…Rhizoctonia屬等，均會經由……
55	第14行	…，對於番茄之防止裂果；…
55	第14行	…胡瓜、甜椒、番茄防止…
61	摘要第14行	…，均仍在試用階段。
61	摘要第18行	…，缺失仍多，尚須多加改善。
62	第24行	…，但在本省仍大都使用人工澆水，……
62	倒數第6行	…，很多蘭園仍保留人工澆水……
63	倒數第5行	…颱風時，仍有被吹損的可能，……
63	倒數第1行	…，但尚沒有普遍採用。
64	第10行	…陰天時，仍照原定時間噴霧，……
67	倒數第1行	…，Department of Hor-ticulture，……
72	第25行	…、塑膠盆及金屬罐製盆等，……

頁數	位　　置	更　　正
76	第 2 行	利用 pit pot 做育苗，……
78	第 13 行	…(3)可廻避土壤病蟲害……
78	第 18 行	…，如表一所示，……
79	第 8 行	…，至民國七十五年底……
79	倒數第 4 行	…，至七十五年底已發展至…
79	倒數第 3 行	…栽培床資材自始即採……
80	第 7 行	…每一次灌液至下一次灌液間，……
80	第 12 行	…，但在 III 型及 DRF 型高溫期……
83	倒數第 2 行	…，栽培床一旦灌有水耕液…
85	圖六英文標題	…and Pai-tsai growth stages……
86	第 5 行	…溶氧量從 71.7 %……
89	圖八	上位根系之離水位（cm）
91	第 7 行	…。就表十二之結果……
91	參考文獻　4	…巨木は何を語……
92	〃　11	…今後の展望＿肥料季刊……
92	〃　13	…ロックウール栽培……
92	〃　16	Graves，C.J.。……
92	〃　18	…Journal of Cancer…
93	Summary 第 7 行	…pipe house is around……
93	Summary 第 15 行	…some valves in nutrient……
125	倒數第 11 行	台灣平地春夏平均氣溫……
125	倒數第 10 行	…對作物的栽培亦有……
126	第 6 行	…，採用資材及栽培作物……
126	倒數第 6 行	…，現今之技術可用……
128	第 13 行	…，光量依被覆資材而可能減少……
131	圖五右邊分圖	構材率 17.5 %……
131	圖五標題	…模型－I 溫室緯度別，……
131	圖五各小圖說明	…直達光床面平均透過率之變化*
132	圖七	…… 時刻（小時）
133	第 8 行	由於各被覆材料分光透過率…
134	第 9 行	…，甚至比外氣溫還低……
135	表二	外氣候：日射┬太陽位置…… └大氣透過率…
137	第 3 行	降低結構造價（譬如不需……
137	第 4 行	它正像換氣一樣受外氣候……
139	第 14 行	…灌漑水量由田間容水量……
139	第 15 行	…有效管理。輸水與水管材料……
139	第 24 行	…以扶助農民建造。
139	第 26 行	…以發展設施園藝。
140	Summary 第 9 行	…both trends，summarize the elementary…
141	第 16 行	在結構上結構上需改進（劃線處刪除）
141	第 30 行	…依環境設計來設計。（劃線處刪除）
147	第 18 行	…，此時作物之生長限制因…
150	第 10 行	…培養土爲壤土：砂：泥炭土……
150	第 27 行	…可行方法。至於栽植仙克來，……
150	倒數第 6 行	…，床底襯石礫以利排水，…
151	第 13 行	…，對大多數的作物效果都…
152	Summary 第 1 行	…the basic physiological processes……
156	圖二	(C) 管　理　室 多棟用 專用（汎用）PC
157	圖三（右下）	顯示裝置 中央處理 裝　置
157	倒數第 8 行	…，而都在一段範圍。……
159	表四(續)第 9 行	（室內濕度）

頁數	位　　置	更　　正
161	參考文獻 1	…經濟性＿シーエムシー。
161	參考文獻 5	… BASICの活用＿施設園藝…
162	倒數第 3 行	…，它只會做些開閉天窗的…
165	倒數第 6 行	…，提高品質一台北場。
166	參考文獻 8	…全農施設資材部　P.5，P.11
170	倒數第 9 行	十字花科（Cruciferae）
171	第 7 行	旋花科（Convolvulaceae）
174	第 14 行	…，棉，番茄，胡瓜，……
174	第 15 行	…，棉，番茄，茄子，……
174	第 19 行	…，甘藷，番茄，柑桔，……
174	第 26 行	…，十字花科蔬菜，番茄，麻，…
175	第 1 行	…，柑桔，菜豆，扶桑，木槿，……
175	第 4 行	…，柳，蘿蔔，……
175	第 15 行	…有殼介殼蟲（Armored scales）：
175	倒數第 1 行	…，桃金孃，番石榴等。
176	第 3 行	…、月桔、柳樹、榕樹、……
176	第 4 行	…、扶桑花、葡萄等。
176	第 20 行	…、絲瓜、波斯菊及香蕉等。
176	第 28 行	…、桑、扶桑花、黃槿、……
176	第 34 行	…、柳、扶桑花、芙蓉、……
177	第 10 行	…十字花科蔬菜、番茄、茄子、……
177	第 13 行	…、紫萍、慈菇、金銀蓮花
177	第 26 行	…瓜類、番茄、茄子、……
178	第 1 行	…、茉莉花、大紅心、血桐等
178	第 7 行	…phaseoli Coquillett）：……
178	第 9 行	…（Melanogromyza soiae Zehntner）：……
180	第 16 行	尋找寄主的能力，……
180	倒數第 6 行	…、巴西、中美洲及牙買加，……
181	第 8 行	…，若遭昆蟲爲害，以採用…
191	Summary 第 3 行	…and promotion of per capital income.……
193	第 3 行	…密切的先生、女士來共同主持，……
193	第 10 行	…，我分別以幾個數字，向各位……
193	第 12 行	…生產面積和產値均大幅度增加，……
193	第 26 行	消費傾向還有日漸增加趨勢，……
201	第 27 行	computer。而問題是……
203	第 5 行	…粘接，PE只有用熱接的方式，……
206	倒數第 6 行	…，且廣泛地推薦給……

設施園藝
研討會專集

中華民國七十六年二月十八日至十九日於台灣省農業試驗所舉行

杜　金　池
沈　再　發　主編

行政院農業委員會
台灣省政府農林廳　補助

台灣省農業試驗所
中國園藝學會　聯合編印

中華民國七十六年六月三十日

802971

PROCEEDINGS OF
A SYMPOSIUM ON HORTICULTURAL PRODUCTION UNDER STRUCTURE

Held at

Taiwan Agricultural Research Institute

Taichung, Taiwan

18–19 February, 1987

Edited by

Chin-Chyu Tu and Tzay-Fa Sheen

Financially Supported by

Council of Agriculture, Executive Yuan

Department of Agriculture and Forestry,

Taiwan Provincial Goverment

Published by

Taiwan Agricultural Research Institute

The Chinese Society for Horticultural Science

June 1987

七十六年設施園藝研討會紀念

目　錄

序……余廳長玉賢……I

開幕典禮

致開幕詞……余廳長玉賢……II
長官致詞……蔣顧問彥士……IV
長官致詞……古處長德業……V
貴賓致詞……黃主任正華……VI
貴賓致詞……貢校長穀紳……VII
致歡迎詞……杜所長金池……VIII

第一節　國外設施栽培概況

1. 日本之設施園藝概況……張粲如……1
2. 荷蘭之設施園藝概況……沈再發……15

第二節　國內設施栽培概況

3. 國內各類設施栽培之現況介紹……林學正、侯鳳舞……31
4. 台灣蔬菜設施栽培之探討與展望……郭孚燿……43
5. 本省花卉設施栽培之現況……黃敏展……61
6. 種子種苗之設施栽培……許圳塗、馬溯軒……67

第三節　養液栽培

7. 動態浮根式葉菜水耕栽培系統之評估……高德錚……77
8. 洋香瓜之水耕試驗……沈再發、許淼淼……95
9. 亞蔬非循環式水耕栽培……今井秀夫……109

第四節　設施栽培之環境控制與管理

10. 溫室結構設計與環境控制……王鼎盛……125
11. 溫室之栽培管理技術……李哖……143
12. 電腦在設施園藝上之應用……黃裕益……153
13. 溫室覆蓋材料之開發及利用……王進雄……163
14. 設施園藝之病害問題及其防治……林正忠……169
15. 設施園藝之蟲害問題及防治方法之探討……羅幹成……173

第五節　探討設施園藝發展之方向

16. 設施園藝發展方向之探討……林美霞、李金龍……185

綜合討論 ……………………………193
適用性之探討（設施種類及作物種類）……………………
設施資材之開發與利用 ……………………………
技術之研究發展與轉移 ……………………………
結　　論 ……………………………209
研討會出席人員名單 ……………………………210

CONTENTS

Preface by Dr. Yu-Hsien Yu I

OPENING SESSION

Opening remark by Dr. Yu-Hsien Yu, Commissioner of PDAF II
Address by Dr. Yien-Si Tsiang, Advisor of COA IV
Address by Dr. Te-Yeh Ku, Director, Food and Agriculture Department, COA V
Address by Mr. Cheng-Hwa Huang, Director, Food and Fertilizer Technology Center, ASPAC...VI
Address by Dr. Ku-Sheng Kung, President of National Chung-Hsing University VII
Address by Dr. Chin-Chyu Tu, Director, Taiwan Agricultural Research Institute VIII

SESSION I

CURRENT SITUATION IN JAPAN AND THE NETHERLANDS

1. A brief of horticultural production under structure in Japan . . . . . . Tsan-Ru Chang 1
2. A brief of horticultural production under environmental control in the Netherlands . . . . Tzay-Fa Sheen 15

SESSION 2

CURRENT SITUATION IN TAIWAN

3. An introduction of horticultural production under structure in Taiwan . . . . Shue-Cheng Lin and Fong-Wu How 31
4. The study and outlook of the facility cultivation on the production of vegetables in Taiwan . . . . Fu-Yao Kwo 43
5. Floriculture under structure in Taiwan . . . . Min-Chang Huang 61
6. The development of seed and nursery production under protection . . . . Chou-Tou Shii and Su-Shien Ma 67

SESSION 3

HYDROPONIC CULTURE

7. Evaluation on the DRF hydroponic vegetable culture system . . . . Te-Chen Kao 77
8. Studies on hydroponic culture of muskmelon. . . Tzay-Fa Sheen and Miao-Miao Hsu 95
9. AVRDC noncirculating hydroponics system . . . . Hideo Imai 109

SESSION 4

ENVIRONMENTAL CONTROL AND MANAGEMENT

10. A concept of structural design and environment control in the greenhouse
. . . . Tin-Sen Wang 125
11. The greenhouse management. . . . . Nean Lee 143
12. The application of computer on horticultural production under structure
. . . . Yuh-Yih Hwang 153
13. Development and application of covering material for greenhouse
. . . . Chin-Hsiung Wang 163
14. Diseases of horticultural crops under structure and their control
. . . . Cheng-Chung Lin 169
15. The pest problems and control methods on crops in greenhouse
. . . . Kang-Chen Lo 173

SESSION 5

GENERAL DISCUSSION

16. Search for guidance of environment-controlled horticulture
. . . . May S. Lin Luk and Ching-Lung Lee 185

CONCLUSION 209

Participants 210

序

設施園藝原是因溫帶地區溫度低、光照不足，冬季生產困難，為促成栽培需要，以防寒、加溫、取光等設施所發展出來的產物。近年來隨著物理學、建築工學及電腦之進步，更使其構造日趨完備，環境控制更合理而自動化，降低了投資成本，使設施園藝成為溫帶地區最重要的園藝作物生產技術。本省位於亞熱帶地區，低溫和日照並非為最重要的生產產阻礙條件，但是夏季的高溫多雨却是另一難題，使作物生長不良，而且產品品質顯著劣化。為使生產穩定及提高品質，並達省工化目的，發展熱帶地區之設施園藝乃勢所必需。

本省耕地面積有限，極為適宜發展技術密集之設施園藝。目前本省設施園藝面積有果菜類 250 公頃、葉菜類 30 公頃、蘭花及切花類 600 公頃、種苗 5 公頃及菇類 400 公頃。設施園藝因實際需要，其面積預期將逐漸增加，其設施主要以防雨、遮蔭、防寒等為目標，惟其構造均尙簡陋，資材亦未規格化。是故，本土化的栽培設施極待有計畫的開發與研究。

本廳有鑑於此，在行政院農業委員會經費支援下，由農業試驗所籌辦國內首次設施園藝研討會。邀請有關學者，專家及業者，就國內外設施栽培概況、養液栽培技術、設施栽培之環境控制與管理及未來發展方向等，分別發表精闢的研究成果，並進行熱烈的討論。今將研討會之內容彙編成專輯，提供各界試驗研究人員及生產者參考，藉以促進我國設施園藝之發展，提升國人生活品質，增加農民收益。

台灣省政府農林廳

廳長　余玉賢　謹誌

中華民國七十六年六月卅日

余廳長玉賢致開幕詞

各位長官、各位貴賓、各位女士、各位先生：大家好！

今天在省農試所召開「設施園藝研討會」，我覺得是非常有意義的盛會，因爲我們邀請了國內設施園藝方面的專家、學者，還有企業家跟農民代表一共有二百人來參加今天的研討會，在我們國內是一個非常重要的學術性、實用性的研討會，所以特別要感謝各位長官、各位貴賓的蒞臨。

我們都曉得台灣地區的農業，現正面臨了一個轉捩點，從傳統的農業經營要轉變爲現代化的科技型經營型態，有很多的技術都是要由專家、學者和業者共同來努力尋求突破，尤其是當前我們台灣農業的環境有幾個很重要的特性值得我們重視。我想提出幾點台灣農業環境方面當前很值得我們重視的條件：

㈠台灣屬亞熱帶、高溫多濕的氣候。在此種氣候環境下，我們的農業亦有它的特質，生產的農作物應和其他的水土配合，要講求適地適作之外，還有一些病蟲害的問題，也是我們必須克服的。

㈡我們傳統上以糧食、水稻爲主的經營型態，現正要轉變爲以園藝爲主的經營型態，此種經營型態的轉變，我們已看到初步的成果，所以我們在稻田轉作方面，要替農民規劃出有經濟誘因的生產項目，現在我們召開這個設施園藝研討會，就是針對這樣的環境需求來舉辦。

㈢我們的農業人口已經逐漸減少，尤其是年輕人口流向都市工商部門，所以我們必須要培育未來的農民；要現代化的農民，必須是經專業訓練的青年農民，這點也是我們必須面對的事實。根據農委會的資料，我們的農業就業人口到公元二千年要從七十四年的 129 萬人左右降低到民國八十九年的 90 萬人左右，平均每年減少 2.4 %。面臨農村勞力可能逐漸缺乏的問題，我們要有現代化的農業經營型態，就必須極積培育未來的農民，所以今天的研討會特別邀請各個地方的農會、農民代表參加，也是深具意義的。

在此種農業環境之下，未來台灣的農業應走何方向？我經過很多次的中央長官的提示，跟目前我們所面臨的國內外之經濟環境，我想也有幾點相當具體且值得我們重視的方向：

㈠農業貿易自由化一也可以說是經濟自由化，貿易當然是國際化。所以農業必須要自立更生，我們知道，未來的農業，政府可能會減少補貼措施，農民和業者要求保護可能會更困難！不但我們中華民國如此，世界各國也是一樣，雖有保護主義的抬頭，但整個世界的經濟都是有開放自由的發展趨勢，這樣才能夠促進各國的經濟發展。所以我們可能要更極積的來輔導我們的業者，我們的學者、專家應該提供更多的意見，使農業能適應自由化、國際化的環境。

㈡農業經營企業化一我們傳統的經營型態，常說一分耕耘一分收穫，也許是說默默的耕耘，但求耕耘不求收穫，這是傳統的自力自足的生產型態。今天的農業經營是爲市場來從事生產的，所以必須要有成本效益的觀念，必須要有高效率管理的觀念，所以我們要企業化，單位成本要降低，要講求生產效率，這是很明顯的。

㈢農業管理科學化一現代農業不是靠天吃飯，我們不是在現有環境下從事生產，我們希望能改善環境，當然這裏邊可能有極限，所以在極限允許範圍之內，需要盡最大力量來設計我們的環境，來保護我們的環境。這樣的生產技術必須要有科學的基礎，所以，專家學者在這方面是可以提供智慧與經驗，來協助解決我們農業環境的各項問題。另外，以後的農業生產都要用電腦來處理，無論是整體性的或個體性的資料，都須利用電腦的工具來管理。

㈣農業結構合理化一我們台灣地區的農業生產結構改善工作，目前農委會有改善農村結構提高農

民所得方案在推動實施中，這項措施是希望能夠在土地資源方面做合理的調適。未來的各種糧食、農產品、工業原料的需求，到底是多少？我們要好好的規劃有限的水土資源，讓農業結構能合理。當然這個「合理」是要考慮經濟的問題和各種安全的問題。因此農業結構要合理化，我們最主要的是土地的利用要合理化的調適。在這方面我覺得設施的園藝是大有可爲。我們知道傳統的以糧食生產爲主的經營型態，要轉變爲經濟價值較高，市場潛力較濃厚的經營型態，想必園藝方面是最具前途。

今天我們看到會場的佈置，是充滿了園藝氣息，在座各位都是我們園藝方面的專家，所以應該也會有切身的體會。我覺得今天的研討會設計本省設施園藝的發展型態，對於未來的園藝發展影響深遠。因爲我們可發揮我們所有可利用的資源好好的規劃，當前面臨的問題如何克服？如何設計？如何訓練我們的農民，開創我們的市場？我覺得我們的設施園藝要走向「植物工場」這樣的型態，我們可以說是巧奪天工、移花接木，用企業經營方式，科學管理的方法來解決問題，將來台灣地區的農業，在設施園藝充分完成生產的轉移以後，也可變爲農業觀光的一個重點；設施園藝、植物工場，消費大衆都會有興趣，有健康農產品、健康的食品、高雅的花卉來提供給消費大衆作爲假日旅遊的去處。我非常希望兩天的研討會能集思廣益，大家充分交換意見，共同來開創園藝的美好明天。謝謝大家。

蔣顧問彥士致詞

今天在農業試驗所舉行設施園藝研討會，彥士 承邀來參加盛會，感到最大興奮與感激，同時行政院農委會王主任委員友釗先生，也被邀來參加，但因公出國，出國前囑咐我代表他向各位致意，今天除了自己向各位致候之外，也代表王委員向各位致候。

談到設施園藝的重要性以及將來展望，余廳長已談得相當簡明扼要，我想不要再重覆，我現在要講是上星期五有一位老先生，以前國防部長，今年高齡92歲，他對於世界各國的最新書籍，各方面的書看得很多，他經常把他看到關於經濟、農業的書介紹給我，他說你把這幾本書拿去看，過一個月我要考你，還要問我這些書的內容，這樣有一段相當久的時間。上星期五他說我要到農業委員會，我要聽聽你們農業界對於今後的農業，不但台灣的農業、大陸的農業、全世界的農業的看法，農業委員會爲他做最新進的簡報，王主任委員、吳主任委員都參與，彥士也在內，他聽了簡報後，發表一篇長輩對晚輩的談話，他自己承認他不是農業專家，他把他的看法跟我們講，他說世界農業先進國家，農業的發達有三個因素(1)科學化，從事許多遺傳、育種工程改進的工作，今後遺傳工程使得我們農業更爲進步，這是科學化。(2)農業機械化，使得農業生產成本降低，勞力減少，產量增加，這是機械成功的因素。(3)企業管理化，經營農場不管大小一定要有企業管理辦法，他舉美國、其他國家許多例子跟我們講，他覺得我們這兒對台灣的問題比對世界的問題更了解，他說台灣問題你們農業界的人去用頭腦、去思考，要如何解決問題的路線就從剛剛三條路去做，就是科學化、機械化、企業管理化，這三條路線一定要走。

我們要投資，一是在智慧，一是資金，無論什麼事業都要有資金，單是智慧努力是不夠的，一定要智慧、資金互相配合努力一定成功，現在提倡精緻農業，今後一定要我們大家運用智慧，現在許多設備都要資金，智慧者就是科學研究精英。

所謂「設施園藝」，係指利用設備、改良園藝作物之生產環境控制，包括光照、溫度、水份、土壤、養份等，凡是提供園藝作特最適宜之生長條件，我們要控制住，以達到提高產量，改善品質，調節產期之目的。

目前本省利用設施園藝於作物生產，已經農民實際應用者包括：菇類、都市近郊蔬菜、早春洋香瓜、冬季綠蘆筍、蘭花、各類切花、盆花、蘆筍採種、馬鈴薯健康種薯生產，以及柑桔健康苗木繁殖等。各項技術之研究開發與推廣應用均爲國內有關園藝、植物生理、農業工程等專家，以及農民多年來共同努力之成果。本人在此謹向上述貢獻心力之人員表示敬意。其他設施栽培項目，如早春葡萄生產，枇杷、蓮霧、鳳梨塑膠溫室栽培，木瓜網室保護栽培及葡萄防風網設施等，則尙在試驗階段，有賴在座各位學者專家與技術人員之繼續努力，希望在不久將來，亦陸續有嶄新的栽培技術提供果農實施應用。

園藝作物種類繁多，栽培技術精良，且產品保存不易，本就需要密集之資本、技術與勞力投資。台灣地區幅員有限，且高山多、平地少，可耕地面積僅占土地面積百分之廿四．五，單一農戶之平均耕作面積亦僅在一公頃左右，亟應發展集約栽培，產品價値高之園藝產業，以提高土地生產力，有效增加農民收益。而我國農業研究人員之研究創新精神高昂，農民勤奮努力，接受新知之意願亦強，因此設施園藝未來之發展深具潛力。希望藉此研討會，各位有關專家能將多年來之研究成果提供出來，並相互交換心得，彼此切磋，使各項設施園藝栽培技術更爲進步，以嘉惠農民，造福國人。

最後敬祝此次研討會順利成功，與會之各位女士先生身體健康、萬事如意！

古處長德業致詞

設施園藝是一種所謂科技的組合，不單是園藝本身專家力求技術上的突破，同時更重要就是其他，個人認為 包括工業方面，有其他設施如塑膠、金屬，同時現在走向自動化，須要很多資訊方面。這樣就是農、工與企業管理的一種綜合行業，將來的發展就是需要許多行業集合來做。今在座不但有設施園藝方面的專家，也有其他農藝方面、病蟲害方面、業者、農民代表等。整個科技綜合的探討，以下就概括報告幾項：

1. 在實用菇類方面，我們目前推動的面積大約有 120 萬坪，包括所有菇類：洋菇、香菇、草菇、鮑魚菇、金針菇等，情形相當可觀，所以這方面還有很多技術需要改進。

2. 葉菜類方面，特別在市郊蔬菜方面，葉菜類推展利用設施，推廣已有 30公頃，可以說相當的多。

3. 果菜類特別是台南改良場推廣隧道型洋香瓜栽培，目前已達 150公頃，預計今年會更多。

4. 花卉方面面積更多，據農委會統計資料，目前大概包括蘭花、切花以及盆栽，利用設施大概有 600 公頃。

5. 種子、種苗利用設施，覆蓋簡單塑膠網室，甚至健康苗利用比較好的玻璃溫室，目前主要集中在試驗場所，大概有 5 公頃，這方面將來會繼續擴充，主要是為配合國內種苗試驗以及健康苗發展，而積會增加。目前農委會和農林廳，推動有關設施園藝研究方面並沒有停止，換言之在加強，甚至列入農委會十大國家級計畫，也就是意謂著設施園藝的重要以及將來發展，我們要及早準備。目前我們推動零星的計畫，我們還沒有規整，大概下年度我們會做個完整規劃設施園藝，大部分是在不同園藝項目研究和推廣計畫，比如玻璃室如何改進利用，簡易塑膠網室以ＰＥ簡單式，本土化研究改進利用，正積極在改良場及農試所、學校進行。

其次就是養液栽培，養液栽培目前需要實用化，這方面計畫已推動了好多年，在鳳山試驗所以及台中改良場，學校都在朝這計畫去做，所以將來這方向經過這次研討會以後，以及設施園藝國家級計畫的成立，我相信設施園藝的發展，將來的技術上及經費上的支持，我們會有一個很好的規劃。

黃主任正華致詞

整個農業的發展，在早期的發展就是自己自足的農業，也就是說只求量的增加，只求溫飽。園藝作物來講，就是包括蔬菜、花卉、果樹、種苗，多多少少都是一種比較精緻的生活品質改善追求的目標。所以回顧四十年前台灣園藝生產拿面積來講，栽培面積在民國三十四年時有 5 萬多公頃，四十年後民國七十四年達 30 幾萬多公頃，增加了七至八倍，就拿生產數值，四十年以前佔整個農業生產值不到 10%，四十年後高達 49 億台幣，佔整個農業生產值 40% 以上。就農業進步來講，由溫飽糧食漸漸提升到整個生活品質較好，除了量也要求質的生活，不可否認在座的各位對園藝上的一項貢獻，我們今天有好菜、好水果，我們應該感謝這些園藝專家。

時代進步，我們人的要求也在進步，我們要求量增加外，我們要更好的、更精緻的產品，尤其在園藝作物更需要。在過去幾年當中，我們也舉辦過很多與園藝有關的研討會，如園藝作物產期調節研討會，去年中與興大舉辦國際園藝作物育種研討會，以及花卉生產改進研討會，有關這些研討會，我們累積有關園藝作物資料成果，我們借重研討會的機會互相研討交換心得。

所有有關農業改良，主要要求品種改良和栽培環境改善，過去我們園藝作物要求達到好品種，而發展很多園藝作物能在不同季節生產，但進一步我們要怎樣要求園產品能在微氣候的環境利用人爲的辦法，科學的技術控制環境，使產品達到最高產量，是值得做的境界。尤其在我們台灣大部分是小農制，如何利用科技的控制，當然我們不可能達到極限，但我們可利用科技控制自然環境，控制栽培環境，那我們產品可達到最高收益。舉二有名地區一、歐洲、荷蘭，這是園藝設施最進步，發展最有成就的國家，我們都知道，他們有很多園產品在單位面積裡面，可得到最高產值，雖然投資很高，須要高度技術，但在單位面積產量可大幅提高，對生產成本相對降低。在日本方面也有實際例子，當然歐洲和日本跟我們環境不一樣，我們是處於亞熱帶氣候，但我相信我們同樣可以克服這困難，也就是我們在單位面積產值達最高情形。剛剛我所舉例子在荷蘭花卉生產每平方公尺 170 株玫瑰，那麼在我們台灣露天栽培僅能生產10幾株。他們在環境控制下可達比我多十倍的生產量，雖然它的投資數比較高，但這合算。

於是就這情形，農委會建立了國家型的整體計畫，考量農業最重要而全國有關農業進步成長而設施園藝就是其中一項。希望藉此次研討會，所有專家、工作單位小姐先生經過一天半的討論後，得到一個比較具體的結論，提供農委會對設施園藝方面的建議及參考。

設施園藝本身牽涉許多其他學科方面，其中有硬體的、軟體的。硬體的包括設施，我們台灣是處於亞熱帶，我們不能完全抄襲荷蘭、日本，把他們的結構、設施引進台灣，我們要使他們的東西達到本土化，所謂本土化就是使器材生產的結構適合我們這樣高溫多濕的環境，在這種環境下使園藝產品達到最高的產值。軟體方面就是技術，包括如何培育、栽培，我有機會到鳳山、台中、高雄請教過專家，我們在園藝各方面研究做的不錯，但在其他學科方面配合不夠，也就是從事設施園藝不僅是在園產品方面的要求，如Green house 及塑膠布室方面的結構，不是我們農業專家所能做得到的，如有工程方面專家的配合協助則其技術能更進一步。

總而言之，我們在設施園藝方面的研究也有相當成就，但問題很多，我也希望藉此次研討會就有關問題繼續討論，農委會藉此次討論訂定有關問題結果，繼續研究參考。

貢校長穀紳致詞

中興大學是以農業為基礎，發展至今的綜合大學，所以有關農業方面一切會議，兄弟特別有興趣，也認為特別重要，也帶來中興大學現在與未來的工作方向政策。

由於時代變遷、環境、經濟結構變遷，我們今天為了適應現代，也為了追求更好的明天聚會在此，中興大學現在分兩校區，兩校區各有日夜間部，所有學生有12,274位，還有575位研究生，老師專任、兼任計有1,500位，不管如何，我們仍以農為主，教育部指示為此，我們努力也是如此。我們都知道台灣現在的生活情形，不論在衣食住行育樂任何一方面都有明顯進步，在場很多人都是見證人，在場的人都是頭腦清晰的人，才有今天的局面，換句話說今豐衣足食各位都有功勞。今天社會安寧農業進步，從經濟立場來看，似乎農業需要性相對減輕，但凡事活著就要吃，就脫離不了農業，我們現在生活品質一天天提高，也就是從溫飽提升到生活品質要好，要明天比今天更好，就是今天要聚在這裡。

我非常高興農試所萬所長付出他全部精力，從台北遷到台中有今天這樣的局面。再由杜所長接下這個棒子，我相信在杜所長領導之下，各位工作同仁合作之下，再有原本好的基礎，一定會有更好的結果。我希望各位在座原諒我，我希望今代表中興大學同學說幾句話，不管如何，你們工作代表中興大學在外一切成就表現，學校以你們為榮，希望你們在任何工作崗位上，要盡最大努力，以服務的機構為家，算是這家裡的一份子，家裡的人就要做家裡的事，與其他工作同仁像是兄弟姐妹，相親合作團結。過去在農業上有很多問題，但都已經克服了，現在及將來的問題，相信在大家的合作之下一定可以解決，我希望我們中興大學的同學特別要努力為中興大學榮譽，希望在你們的努力下把更大光輝發揮出來，同時大家合作下創造更大光明的遠景。

我非常謝謝有這個機會誠心誠意祝福大會成功，祝福各位。各位在年度討論裡假如有什麼問題要中興大學幫忙的話，不要客氣，我代表全體師生謝謝各位的支持指示，你們發現的問題，也是我們要解決的問題，不論如何我們都是在同一工作崗位的人，我們希望國家安全、社會安寧、更希望人民安康，但是要求人民安康，首先要社會安寧，要社會安寧，首先要國家安全，基於這個基礎，我們任何一個崗位層次，要有這麼一個共識，從此設施園藝的工作固然要努力，其他有關直接、間接的工作者也要大力支持農業的問題，不只農業的人能解決，還希望直接、間接有關農業的人大力支持，才能夠走到盡善盡美的地步。

杜所長金池致歡迎詞

發展經緻農業爲政府既定的政策，園藝作物產值較高，近年來，無論在栽培面積及生產數量都有急速的上升趨勢，然而本省受自然環境因子的限制，以致園藝作物生產不穩定，品質難控制，不但消費者無法享受高品質農產品，而且農民遭受極大的損失。如今本省國民所得，生活水準日益提高，對園產品要求也越來越高級化，利用園藝設施來生產高價值之園藝產品，實在是今後必然的趨勢，設施園藝的技術在國內尙是萌芽的階段，有待改進之處必然很多。此次研討會邀請國內專家學者四十人，大家聚集一堂發表有關設施園藝的專題報告，一方面基於了解國外設施進步情形，並且檢討國內設施栽培的近況，供作本省設施園藝的指針，相信經過今、明兩天熱烈檢討之後，對於本省設施園藝應走的方向能理出一條光明康莊大道，本所因會場容量有限，以致於部分農業界的先進未能邀請參加，頗爲遺憾，本人在此深表歉意。

研討會舉辦期間若有服務不周的地方，也請多多包涵，多予指正，以做爲我們下次研討會改進的參考。

最後敬祝我們研討會圓滿、順利！

日本之設施園藝概況

張 粲 如 *

A Brief of Horticultural Production under Structure in Japan

Tsan-Ru Chang

摘 要

日本設施園藝方面的研究與實際應用已有三十餘年歷史，各項栽培技術進步，其農業經營型態與台灣相近，較為集約，各種蔬菜、水果及花卉的生產種類及栽培方式頗適合台灣在發展設施園藝之觀摩，作為我們改進經營技術的參考。本報告介紹：

1. 日本設施園藝發展的背景及現狀。
2. 各試驗研究機構對設施架構及有關環境控制的研究改進。溫度調節；利用深夜電力發展植物工場。
3. 日本的養液栽培發展情形。養液栽培方式及推廣情形；養液栽培作物的種類及栽培制度；蔬菜工場；養液栽培經營費用；養液栽培今後研究方向。
4. 建議事項。

前 言

近年來，我國由於科技精進，經濟繁榮，國民生活水準提高，在食的方面亦講求高品質及高營養，作物生產方面亦由過去着重稻米等糧食生產轉向蔬菜、水果及畜產等維生素、纖維素及蛋白質的生產，精神生活上亦着重美化綠化環境等花卉及觀賞植物的生產。因此園藝作物生產面積，據統計，已躍升至385,000公頃，佔作物生產總面積的30%，園產品在整體農業經營上佔極重要的地位。

台灣園藝作物生產技術，原本已採取較集約、投資較多的財力與人力的經營方式，又因地狹人稠，耕地面積有限，為充分發揮地利，克服天然環境及連作障礙，採用各項設施來改善作物生產環境，以達增加產量，提高品質及調節產期的效果，是今後園藝作物生產經營必然的趨勢。

日本設施園藝方面的研究與實際應用已有三十餘年的歷史，各項栽培技術進步且實用，其農業經營型態亦與台灣相近，較為集約，各種蔬菜、水果及花卉的生產種類及栽培方式頗適合台灣在發展設施園藝之際之觀摩，作為我們改進經營技術的參考。

此次，承日本東亞科學技術協力協會安排，由農委會諶技正靜吾，國立中興大學園藝研究所

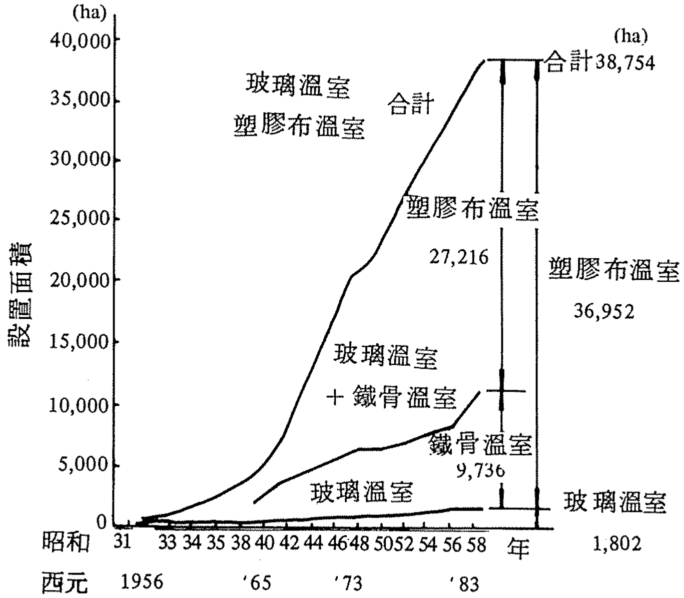
* 桃園區農業改良場三重分場副研究員
Associate Horticulturist of Sanchang Substation, Tao-Yuan District Agricultural Improvement Station

黃教授敏展，農林廳特產科柳科長台生，鳳山熱帶園藝試驗分所沈所長再發，桃園區農業改良場張副研究員粲如，台中區農業改良場林助理研究員嘉興等六人組團前往研修，自民國75年 3 月1日至 3 月21日共三週，主要範圍是對於日本的設施園藝概況，溫室結構，養液栽培技術及各種養液栽培型式在農家實地作業情形，參觀各農業研究機構目前進行的設施園藝技術及節省能源與未來植物工廠的研究工作。並收集有關資料及材料，作爲今後台灣發展設施應用的參考。

今將分爲四項說明：

一、日本設施園藝發展之背景及現狀

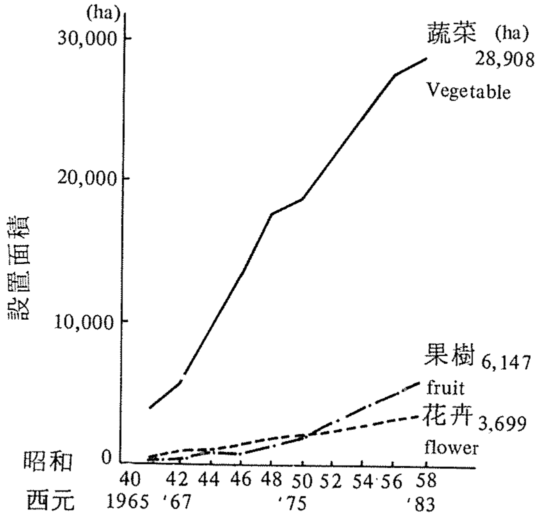
自從 1965 年（昭和40年）至第一次石油危機，日本的設施面積曾急驟增加，後來稍降，到 1983 年（昭和58年）設施面積達 35,000 公頃，其中玻璃溫室佔約 5 ％，塑膠布溫室佔約95％，如圖一所示，其主要原因是日本生活型態的變遷，消費者吃菜的特徵要求多樣化，高品質化及週年供應各種蔬菜，加上西洋式生食的習慣引進，蔬菜種類及栽培技術的要求更多，使得設施栽培技術更迫切需要。設施栽培作物發展情形如圖二所示，以蔬菜發展最快，已達 29,000 公頃，果樹有 6,147公頃，花卉有 3,700公頃。在發展過程中，因地理環境及氣候條件的限制，曾趨向防雨設施方面的研究，加溫設備，微電腦自動控制，省能源及代替能源的利用，發展養液栽培技術；最近更講求提高品質，穩定生產，降低生產成本，優良品種的利用，生產用新資材的開發與實用化推廣，並利用高科技的綜合環境控制技術，使作物生育的溫度、濕度、二氧化碳、水份、養份等，在最適當的條件下達到生產週年化，品質高度化。



圖一 設施園藝設置面積之消長

Fig. 1. Area of greenhouse in Japan from 1956 to 1983.

資料來源：食品流通局“園藝用玻璃溫室、溫室等之設置狀況”



圖二　不同作物設施栽培面積

Fig. 2. Area of greenhouse applied to different crops.

二、各試驗研究機構對設施架構及有關環境控制的研究改進

(一)溫室架構及室內環境調節

日本的設施園藝原本以保溫爲目的，早期的設施多爲興建玻璃溫室，後來塑膠工業迅速發展後，遂演變成搭建成本較低的塑膠布溫室，其所佔的比例幾乎佔全部設施的95%。在塑膠布溫室的架構及覆蓋資材，各試驗研究機構及業者皆不斷的研究改進；在設施骨架方面，已開發規格化堅固的質材，型式穩固，容易施工。連棟式的設施，兩棟之間設計有很理想的排水槽，防止雨水流到溫室內；對於通氣調節系統，有開天窗、側窗的裝置，或側邊捲簾方式，如圖三，亦有裝風扇送風調節方式，這些簡易調節裝備均可做台灣搭建設施時參考使用。對於風較大的地區，設施的骨架需要補強；塑膠布覆蓋，除了用固定帶壓住塑膠布，還用螺旋樁栓住固定帶並挿入土中，避免被風吹掉；從荷蘭引進Venlo式連棟溫室，並加以研究改進使適合日本多雨的氣候條件；爲了節省能源，溫室內的保溫系統極力研究改進，例如利用自動式二層塑膠布簾調節溫度；設計地熱交換系統，將白天的熱儲蓄於地中，夜間放出於設施內加熱；加熱幫浦（Heat pump）控制溫度，如圖四，有加溫、冷却及除濕的效果；保麗龍球保溫設施（Pellet House），是將溫室的側壁及屋頂做兩層玻璃裝置，內盛經過靜電處理的保麗龍球（直徑約0.5公分），白天讓陽光照入室內，保麗龍球就存在基部，到傍晚，沒有陽光時，以送風加壓方式將保麗龍球全部吹上，佈滿整個溫室側壁及屋頂，這樣即有隔絕作用，使溫室內之熱不易向外發散，有保溫的效果，可節省能源。

(二)設施內冷熱調節系統

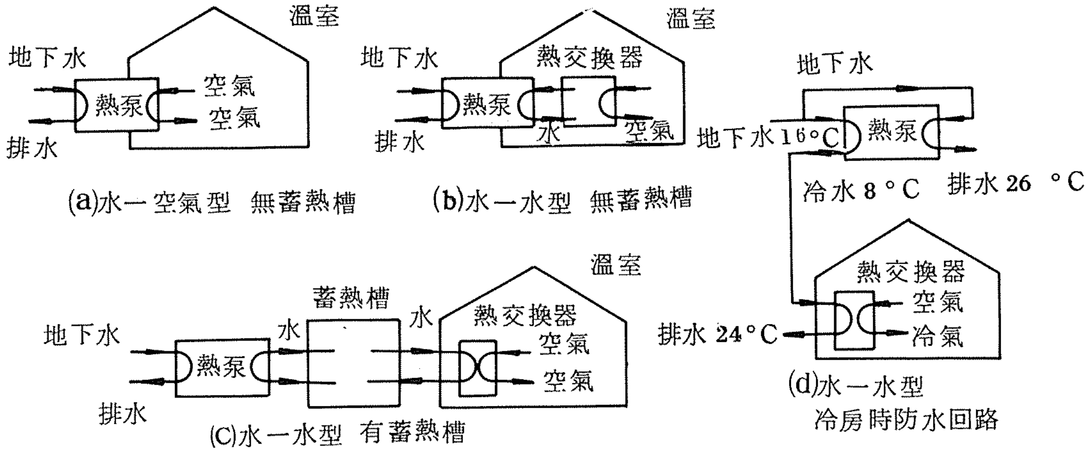
因爲能源及成本的因素，發展出不同型式：

1. 以地下水做熱源的系統，如圖五。
2. 以外界空氣做熱源的系統，如圖六。
3. 以土壤蓄熱的系統。

圖三　側邊通氣裝置
Fig. 3. Side aeration of pipe house

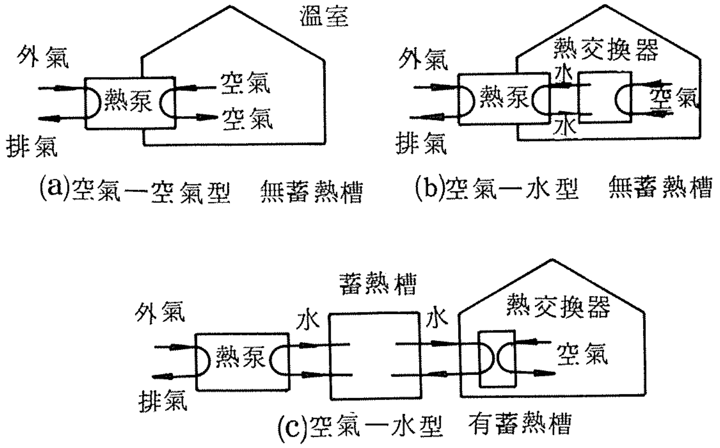
圖四　冷熱泵
Fig. 4. Heat-pump.

圖四′ 地中熱系統
Fig. 4′. Underground heat system.



圖五 以地下水爲熱源之暖冷房系統（模式圖）

Fig. 5. The temperature controlling system using underground water (Diagram)



圖六 以外界空氣爲熱源之暖冷房系統（模式圖）

Fig. 6. The temperature controlling system using air (Diagram)

㈢利用深夜電力發展植物工場

在深夜離峯用電時間，電費成本較低，設計冷凍機晚上製冰，須要冷氣時，使冰融，放出冷氣，使設施內降溫；相反的，若需加熱，水的凝固熱可供設施內升溫。於是很有效的維持在20～25℃，植物的生長條件，溫度、濕度及光線均由電腦控制，全年可生產高品質的產品。可控制在價格好時生產，以獲更好的利潤。例如葉萵苣在 1～4月時生產，在植物工場內栽培，只要20天即可收成；菠菜 5～8 月價格最好，草莓10～12月價格最好，有了植物工場即可計畫生產，雖然投資較多，但是利潤尚高。

三、日本的養液栽培發展情形

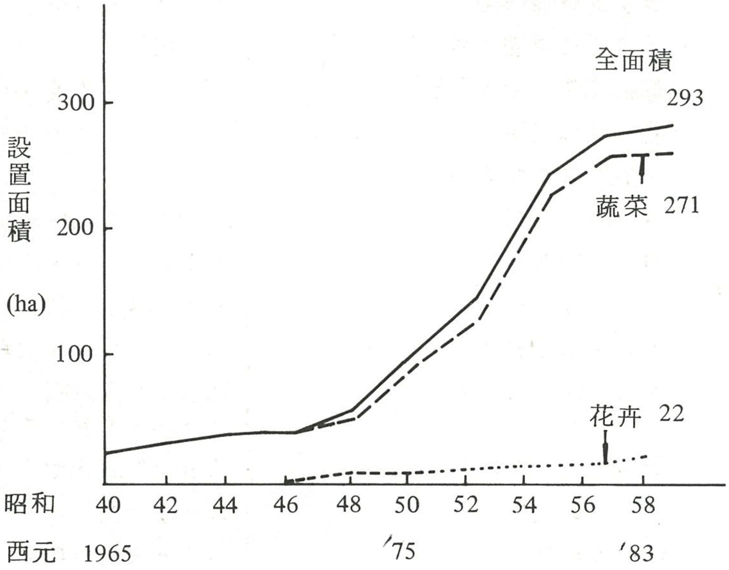
㈠養液栽培發展經過

日本養液栽培的發展可分成三個階段；第一階段爲 1947 年爲供應鮮食蔬菜給駐日的美軍，即開始作礫耕實用化的研究。至 1960 年，山崎等建立礫耕系統，後因資材缺乏，使得投資意願降低。第二階段爲 1969 年，因塑膠類栽培床及規格化商品的出現，陸續有許多專門研究水耕栽

植物工場
Plant factory

培裝置和資材的廠商提供上市。各地先進的農家亦導入應用，到1973年石油危機時，因設施資材費用高，設施面積增加緩慢。第三階段爲最近自歐洲引進的NFT及Rock Wool等栽培新技術，再度引起各方面研究發展的熱潮。其栽培面積如圖七所示，1973年爲59公頃至1979年增加爲262公頃，到1983年之栽培面積爲293公頃。當時全日本的設施園藝面積爲38,754公頃，養液栽培面積僅佔其中的0.8%。養液栽培的溫室多半以玻璃溫室爲主，其次爲硬質型塑膠板等較爲耐久性的覆蓋資材，此兩種溫室合計佔全面積的70%，主要原因是此等固定設施可供週年化生產利用；而軟質型塑膠布溫室僅佔30%。

岩綿栽培胡瓜
Cultivation of cucumber using rock-wool



圖七　日本養液栽培設置面積之消長情形
Fig. 7. The increase of area of hyponics in Japan.

(二)養液栽培方式及其推廣情形

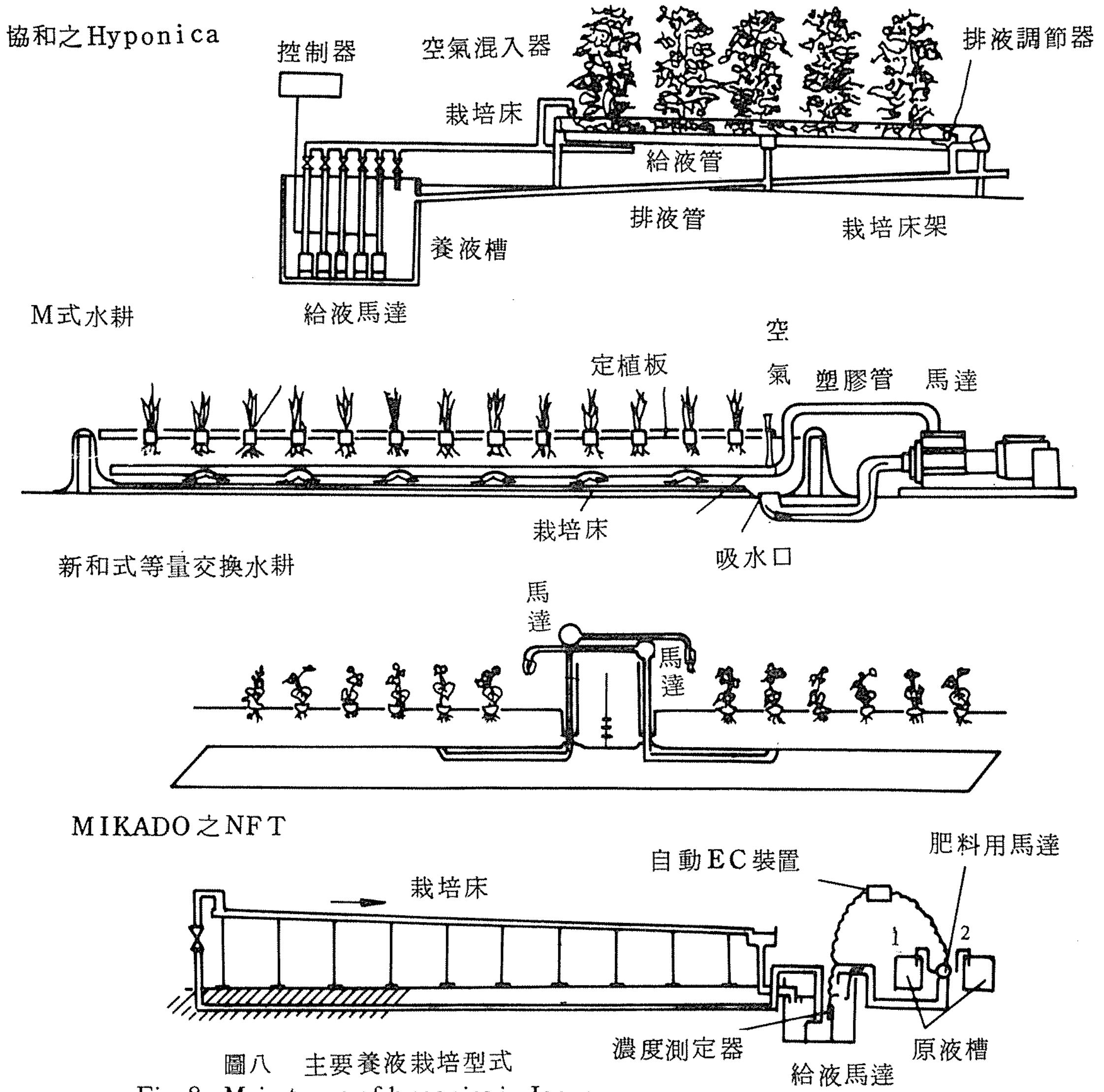
自礫耕實用化到目前爲止，主要養液栽培方式已發表者如表一，但最近新開發而尚未正式發表者尚未列入。以栽培面積及其比例來看，水耕佔90%，礫耕佔6～7%，其餘爲岩綿（Rock wool），依最近的調查，岩綿的佔有率有不斷增加的趨勢；至於各廠牌的栽培面積，以協和式、

M式及新和等量交換式爲多。此三種廠牌佔有率約爲80％；協和式主要爲栽培果菜類，如番茄、胡瓜等，M式主要爲栽培葉菜類，如鴨兒芹、葱等，新和等量交換式可栽培果菜類及葉菜類；有關協和、M式、新和等量交換式和Mikado NFT之裝置如圖八，其主要特徵如表二。

表一 日本之養液栽培方式及發表年次
Table 1. Types of hyponics and year published in Japan.

開發者	方式、名稱	發表販賣年次＊
農林省園試興津支場	礫耕（併列切替給液）	1960
農林省園試久留米場	循環式水耕	1964
神奈川園試三浦分場	噴霧耕・噴霧水耕	1964
鹿兒島農試	噴霧水耕	1965
神奈川園試	礫・水耕折衷方式	1966
高知大農學部（角用）	噴霧耕	1966
千葉農試	くん炭鉢水耕	1967
佐賀農試	くん炭あみ鉢水耕	1967
九州電力佐賀農電試	礫あみ鉢水耕	1968
久保田鐵工（株）	クボタプラント	1968
協和（株）	水氣耕ハイポニカ＊＊	1969
M式水耕研究所	M式水耕＊＊	1969
愛媛大學農學部	津野式くん炭耕	1970
（株）四國製作所	くん炭耕	1970
東罐工業・中外貿易	ダンプラV型くん炭耕	1971
住友電氣工業	サンドポニックス（砂耕）	1971
大阪農技センター	段流型水耕	1972
東京教育大學	教育大立體式水耕	1972
神奈川園試	神園式水耕＊＊	1973
竹原產業開發（株）	せせらぎ型水耕	1973
積水化學（株）	セキスイ段流型水耕	1974
京都農硏山城分場	京都改良型水耕	1976
（株）サンスイ	サンスイ水耕プラント＊＊	1978
新和プラスチックス	等量交換式水耕＊＊	1979
山崎肯哉氏	浮き根水耕	1979
住友セメント	スミセ式れぎ耕＊＊	1980
（株）みかど育種農場	みかどNFT水耕＊＊	1982
M式水耕硏究所	MFT「さか」＊＊	1982
筑波大學（涉谷）	ロックファイバー栽培	1983
シーアイ化成	SS水耕プラント（NFT）＊＊	1983
日本スイコー研究所	NS式水耕プラント＊＊	1984
誠和化學	ロックウール栽培シスラム＊＊	1985

註： ＊……正式發表、試販、販賣開始等都有。 ＊＊……現在市販中。



圖八　主要養液栽培型式
Fig. 8. Main types of hyponics in Japan.

表二　日本主要養液栽培裝置，各型式之特徵
Table 2. The characters of main type hyponics in Japan.

型　式	供排液系統	氧氣之供給	作物之支持	養液槽之有無	培養液之管理	栽培床	價格 ¥／坪	特長
協和 Hyponica	循環	曝氣裝置	栽培盒及石礫	有 30噸／10a	EC，pH，	硬質塑膠板	30,000	特殊曝氣裝置
M式	湛水	流水吸取	泡棉	無 *	EC，pH，	保麗龍板	30,000	流水吸氧不具養液槽
等量交換	湛水	交換水供氧	泡棉	無	EC，pH，	保麗龍板	12,000	不具養液槽水位調節
MIKADO NFT	循環	流動水	泡棉	有 5～70噸/10a	EC，pH，	波浪板	9～15,000	波浪板床自行施工容易

＊ 1982 年發生之MFT“さか”式有養液槽。

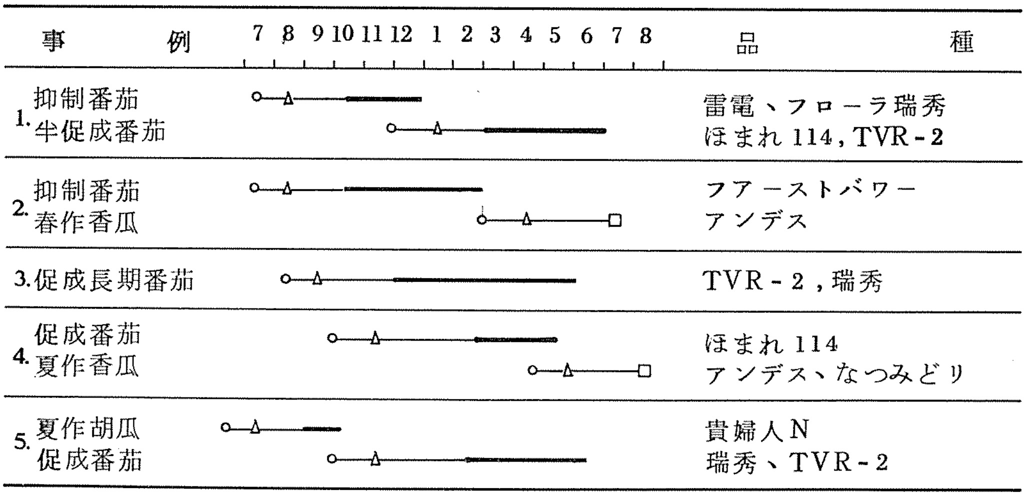
(三)養液栽培作物的種類及栽培制度

目前養液栽培的蔬菜種類列如表三，約有30種，當礫耕技術實用化時，曾試作許多種作物，後來因受經濟性及市場消費性的限制，種類逐漸減少，等到水耕技術實用化時，作物栽培的種類又更減少，曾經使得有幾種蔬菜發生生產過剩，因此需擴大販賣市場的範圍及設法增加水耕栽培蔬菜的種類，例如：葉萵苣、青葱、青梗白菜、菠菜等種類的增加；草莓以NFT及岩綿的方法栽培成功。花卉方面，本來用水耕較少，但近年來頗爲盛行，如玫瑰、蘭花等切花栽培也逐漸用此技術。目前養液栽培主要作物有番茄、鴨兒芹、胡瓜及葱佔最多，約90％以上。番茄生產較穩定，品質也較好，是較適應的作物之一；鴨兒芹利用水耕栽培一年可生產多次，且產量高品質好；蘿蔔嬰以水耕栽培亦已成企業化生產；胡瓜使用岩綿栽培技術以後，有逐漸增加的趨勢。

表三　日本養液栽培之作物
Table 3. Crops using hyponic technique in Japan.

種類	作物之種類
葉菜類	鴨兒芹、葉萵苣、茼蒿、葱、細葱、西洋芹、香菜、芫荽、菠菜、蘿蔔嬰。
果菜類	番茄、胡瓜、香瓜、甜椒、茄子、西瓜、豆子、草莓。
根菜類	小蘿蔔。
花卉類	菊花、玫瑰、紫羅蘭、蘭。

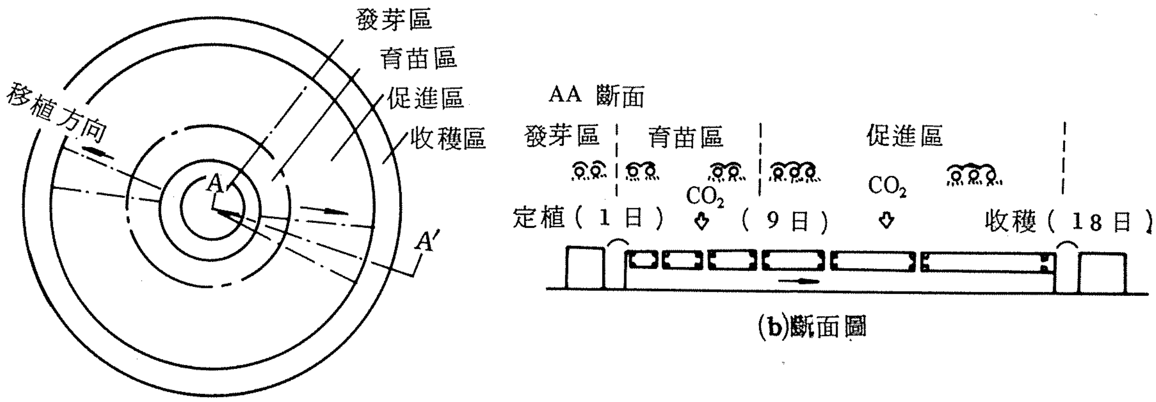
在栽培制度上，以同一種作物週年生產的有鴨兒芹，一年可生產9～11次（而一般陸地栽培者一年僅可生產2～3次）；蘿蔔嬰一年可生產20次以上；其次以葱、葉萵苣；番茄一年可生產1～2次；草莓一年生產一次。另外有種一作番茄後，再種一作胡瓜或甜瓜，如圖九。花卉方面，則以一種類作多年的栽培爲多，如玫瑰花及蘭花之栽培。



圖九　日本養液栽培果菜類栽培制度
Fig. 9. The cultivation system of fruit vegetable using hyponics in Japan.

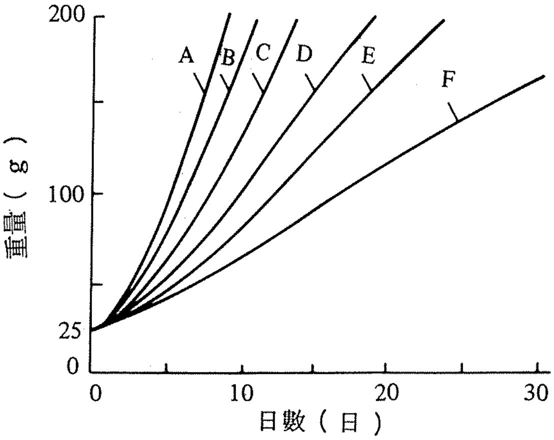
(四)蔬菜工場

所謂蔬菜工場是以人工光照取代日光，以水耕取代土耕，並以電腦控制環境的作物生產方式。此法可週年生產無農藥的蔬菜，無連作障碍且蔬菜品質高。對生產者而言，提供較舒適的生產環境，且能有效的控制產期及產量。然而目前遭遇較大的問題是生產的能源消耗過大，光照和空調設備的電費佔生產費用的40%，因此，如何降低光照電力費用爲當前之急務。有關植物工場概念之設計圖如圖十。植物工場生產萵苣，在加強光照及二氧化碳濃度的環境條件下促進生長的情形如圖十一所示。



(a)平面圖　　圖十　植物工場之概念設計圖

Fig. 10. Diagram of plant factory.



圖十一　植物工場萵苣促進生長之情形

Fig. 11. Forced growth of lettuce in plant factory.

	A	B	C	D	E	F
日　長（h）	24		12			
CO_2 濃度（ppm）	1,000	400	1,200	400		
氣溫＝液溫（℃）	20				20	14
相對濕度（%）	80～85					
照　度（Klx）	18					
養液導電度（EC）m mho	1.1～1.3					
養　液 pH	5.8～6.8					

(五)養液栽培經營費用

每分地設施裝備溫室架構約合新台幣 130～280萬元，水耕工場設備約合台幣 66～200 萬元，保溫、暖房裝備約爲 22～110萬元，總計約合台幣 240～616萬元。在整個經營費用中，固定費用佔了很多，如何降低設施成本最重要。有幾種蔬菜的生產成本如表四，這些例子中，收益多少與經營規模的大小、設施利用率及每年的價格不同等而異，養液栽培最初投資設備費大，貸款利息等負擔較高，所得當然比土耕者低；但是在經營操作上省力，勞動時間少，因作業單純，容易僱用打工性的短工，相對的一日所得是較土耕者來得高。現在成功的例子如鴨兒芹、蘿蔔嬰等幼苗連續大規模栽培，有計劃性的擴大供應市場，番茄一年二作型者亦頗成功。

表四　不同作物養液栽培經營成本分析（1000 m^2　1985年　靜岡縣）

Table 4. Manage cost of different crop using hyponics in Japan.

項目		作物種類	番茄（年2回）	葉葱（年8回）	鴨兒芹（年9回）	蘿蔔嬰（年20回以上）
粗收益	生產量		23,000 kg	25,600 kg	13,200 kg	4240,000 kg
	價格		300日圓/kg	400日圓/kg	685日圓/kg	400日圓/kg
	粗收益		8,400千圓	10,240千圓	9,042千圓	96,000千圓
經營費	變動費	種苗費	30千圓	468千圓	161千圓	31,680千圓
		出荷經費	1,350	3,041	1,977	28,080
		其他	1,447	1,051	819	9,290
		計	2,827	4,560	2,957	69,050
	固定費	借入金利子	892	1,093	934	2,507
		雇用勞賃	0	0	540	5,952
		折舊費	1,476	2,276	2,352	3,625
		計	2,368	3,369	3,826	12,084
	合計		5,195	7,929	6,783	81,134
勞動時間			2,186小時	4,824小時	1,680小時	4,800小時
成果	所得		3,205千圓	2,311千圓	2,259千圓	14,866千圓
	所得率		38.2%	22.6%	25.0%	15.5%
	8小時之所得		11.7千圓	3.8千圓	10.8千圓	24.8千圓

(六)日本養液栽培今後研究方向

1. 週年生產、增加栽培種類，提高品質，加強研究適合水耕栽培的品種及栽培技術。
2. 穩定生產，栽培裝置力求簡易化。
3. 確立養液栽培自動控制系統，用電腦正確且適量的供給養液。
4. 與生物技術連結，生產整齊健康的種苗，加速大量繁殖。
5. 發展觀賞植物，包括裝飾植物，休閒活動之嗜好性植物，如圖十二。

圖十二 養液栽培觀賞植物
Fig. 12. Cultivation of ornamental plants using water culture.

四、建議事項

㈠成立設施園藝發展小組，研究規畫適合台灣發展之設施園藝方向。

㈡引進及改善玻璃溫室與塑膠布溫室架構使其本土化。台灣因高溫多雨，在架構上需考慮颱風、通風、降溫、遮陰及排水問題，引進有關資材，再進一步改進使其符合台灣之氣候條件做適度的調節。

㈢加強培養設施園藝有關農、工、理學的人才。

㈣協助及鼓勵民間企業投資設施園藝相關資材的製造，大量生產規格化且品質好的資材，以降低生產成本。

㈤加強養液栽培的試驗研究。

㈥設立蔬菜設施栽培示範區及花卉設施栽培示範區。

㈦設施園藝技術廣而深，尚需繼續派員研習考察設施園藝與生物技術綜合應用的科技。

㈧對消費者應加強宣導設施栽培蔬菜的觀念。

㈨對設施園藝的發展，產銷需有一貫化的輔導。

㈩講習及訓練農民使用設施的基本觀念及實際栽培技術。

參考文獻

1.諶靜吾、黃敏展、柳台生、沈再發、張粲如、林嘉興　1986　研習日本設施園藝栽培技術報告。
2.山崎肯哉　1981　養液栽培全編　博友社　pp. 14～91。
3.土岐知久　1986　NFT式水耕栽培の理論　養液栽培の新技術　pp.49～54。
4.古在豐樹　1986　ヒ-トポンプの導入と今後の展望　施設と園藝 No.52　pp.35～42。
5.田中和夫　1986　固形培地式養液栽培の實際　養液栽培の新技術　pp.80～88。
6.安井秀夫　1986　固形培地式養液栽培の理論　養液栽培の新技術　pp.67～79。
7.宇田川雄二　1986　NFT式水耕栽培の實際　養液栽培の新技術　pp.55～66。
8.村上治正　1986　施設園藝の現狀と今後の課題　施設ヒ園藝 No.52　pp.4～11。
9.板木利隆　1986　養液栽培の現狀と今後の方向　施設と園藝 No.52　pp.60～68。
10.板木利隆　1986　循環式水耕栽培の理論，養液栽培の新技術　pp.35～48。
11.淺野一男　1986　農業資材ガイド　太洋興業株式會社　pp.14～31。
12.橋本康、高辻正基　1986　植物工場システムとは　養液栽培の新技術　pp.89～93。

SUMMARY

Japan has more than thirty years of experience in the study and application of greenhouse technique and is quite advanced in this field. The farm cultivation in both Japan and Taiwan is of intensive style and their farm management in many aspects is quite similar to each other. Therefore, the Japanese experience can serve a reference in developing our greenhouse technique. This report covers the following topics:

1. The background and status of greenhouse developement in Japan.
2. The improvement in greenhouse structure and environmental control made in Japan—Temperature regutaling, plant factory using low cost midnight power.
3. The developement of hyponics in Japan—cultivation types, promotion, crop varieties, culture systems, operation costs, future developement.
4. Recommendation.

討　　論

吳昭祥（建國花市）問：

1. 日本水耕用之岩綿係進口或自行生產？

2. 岩綿是否有類似石綿纖維之公害問題？

張粲如答：

1. 岩綿在日本有由歐洲進口的，也有日本自已生產的，但是日本生產的岩綿，pH值較高一點，所以需要在養液方面再做調節。

2. 岩綿本身是種礦物經高溫膨脹而來，目前日本尙未發生公害問題，我想這是種天然的東西，是不會那麽嚴重。

陳　中（國立台灣大學園藝系）問：

設施消毒與清潔如何維持？

張粲如答：

我們去參觀日本時，其設施中同樣有些病害發生，像養液的不平均，蟲害也有，還是須消毒的。他們在養液栽培的保麗龍固定板子通常栽培一季完後，有做徹底的沖洗，然後有的用日光消毒。若設施中是土耕，則每年亦有給一段休閒時間，讓其淹水，或用日光能的高溫曬乾來消毒殺菌，他們也有種一些作物如玉米來吸收養液。如何的消毒實際上我們沒看到，有關病害方面，下面會有位林博士專門介紹。

荷蘭之設施園藝概況

沈 再 發*

A Brief of Horticultural Production under Environmental Control in the Netherlands

Tzay-Fa Sheen

摘　要

荷蘭之園藝作物生產爲世界最高度集約國家之一。園藝作物面積約 12 萬公頃，佔耕作面積之 6%，而其生產值爲 86 億荷幣（約爲新台幣 1,462 億元）佔農業生產總值之 24%。

設施園藝爲其生產之特色，面積 8800 公頃，全爲玻璃溫室。其生產之蔬菜以番茄、胡瓜、萵苣等爲主，花卉以玫瑰花、康乃馨、百合、菊花、非洲菊、仙客來、盆花等爲主。本文介紹荷蘭之溫室生產狀況、溫室設施之構造及環境控制，省能源對策之實用與新研究方向。

同時，荷蘭養液栽培方面，面積增加迅速，目前已近 2000 公頃。栽培介質以岩綿爲主。蔬菜面積二分之一已改爲岩綿栽培，花卉正增加中。本文也介紹其養液栽培發達之原因、栽培方式、培養液之組成與灌漑之控制等實際技術。

一、概　況

荷蘭位於北緯 52 度，受墨西哥灣暖流之影響，氣候較爲暖和；7 月的平均氣溫爲 16 ℃，1 月的平均氣溫爲 3 ℃，年雨量爲 880 公厘。冬季多雲，日照少。國名 Netherland 爲低窪土地之意，最高陸地位東南端海拔僅 321公尺，最低之處低於海平面 6 公尺，土地約 40 %低於海面。土地面積爲 41,160 平方公里，農業用地佔全土地的一半，其中農藝作物佔 36 %，牧草地佔 57.7 %（表一），園藝作物面積佔 6.1 %（約 12 萬公頃）。人口爲 14,450,000 人，農業人口僅佔 6 %（表二）。

農業之特色爲高度集約，生產高品質農產品。農產品除自給外，以外銷爲主，每年約出超一百五十億荷幣（ 1 荷幣≒ 17 台幣）。

---

* 農試所鳳山熱帶園藝試驗分所分所長
Director of Fengshan Tropical Hoticultural Experiment Station, TARI

表一　荷蘭之土地面積及作物比率

	1960	1970	1985
總面積（百萬公頃）	4.10	4.11	4.15
耕地面積（百萬公頃）	2.32	2.14	2.02
農藝 %	39.50	34.50	36.00
園藝 %	5.50	5.50	6.10
牧草 %	55.0	60.0	57.70
農戶總數（千）	301.00	185.0	136.00

表二　荷蘭之農業人口

	1960	1970	1985
人口總數（百萬）	11.41	12.96	14.45
農業人口（百萬）	4.18	4.70	4.50
農業勞動人口（百萬）	0.45	0.34	0.27
農業勞動人口所佔比例	10.70	7.40	6.00

二、設施園藝

(一)主要園藝作物之生產情形

園藝生產值佔農產品生產總值之24%（表三）。其主要作物，蔬菜以番茄、胡瓜、萵苣為主，花卉以玫瑰花、康乃馨、百合、菊花、非洲菊、仙客萊及球根、盆花、種苗為主，果樹以蘋果和梨為主。其生產量及生產價值如表四、表五。

表三　農業之生產值

	1960	1970	1980
總生產值（百萬荷幣）	86,865	204,490	711,740
農產品總值（百萬荷幣）	6,926	12,927	35,629
畜產 %	64	67	64
農藝 %	20	15	12
園藝 %	16	18	24
農業／總生產	7.97	6.32	5.01

表四　園藝作物生產量　（千噸）

	1960	1970	1984
胡瓜	100	256	355
萵苣	78	135	118
番茄	201	392	488
蘋果	326	450	388
梨	128	160	115

表五　園藝作物之生產價值　（百萬荷幣）

	1960	1970	1984
胡瓜	45	134	363
萵苣	52	117	237
番茄	151	363	927
蘋果	95	127	284
梨	34	40	84
觀賞樹木	41	110	462
種子	14	24	326
切花	132	550	3,527
球根花卉	186	284	726

設施園藝面積約爲 8800 公頃，全部爲玻璃溫室（表六）。西歐之溫室佔全世界三分之二，而荷蘭佔其中之二分之一。設施園藝作物中，蔬菜佔 55 %、花卉佔 43 %、果樹 2 %。設施農家約一萬戶，平均經營面積約 0.8 公頃。全面積之 85 %皆有暖房設備。

表六　荷蘭之玻璃溫室面積　（公頃）

年	蔬菜	果樹	花卉	苗木	計
1970	5374	210	1634	20	7238
1975	4683	117	3060	40	7906
1980	4658	56	3976	65	8755
1981	4653	53	4059	74	8844
1982	4647	49	4061	75	8837
1983	4627	48	4066	80	8825
1984	4590				
1985	4559				

㈡產地及溫室之構造

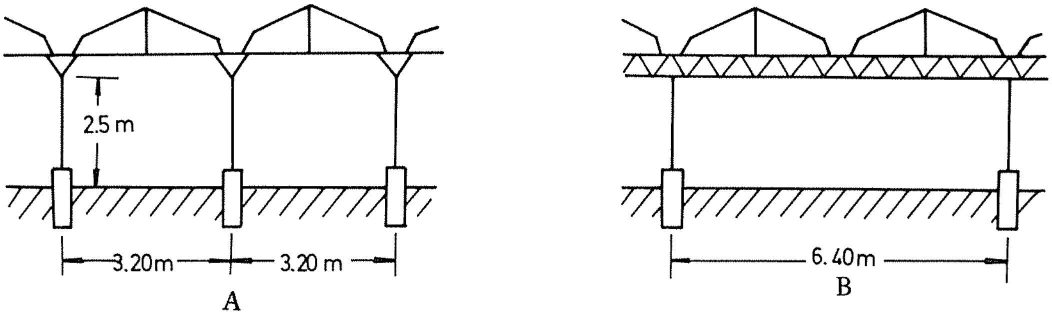
設施園藝集中於首都Den Haag之西，Westland 地方Naaldwijk爲中心地。

溫室爲多連棟式稱爲Venlo 型，每棟寬 3.2 公尺，通常爲十多連棟。玻璃厚 4 厘米。爲減少遮蔭起見，建築溫室不具橫樑。設有天窗而不具側窗。天窗於屋頂上每隔 4 ～ 5 個玻璃中就設有一個。

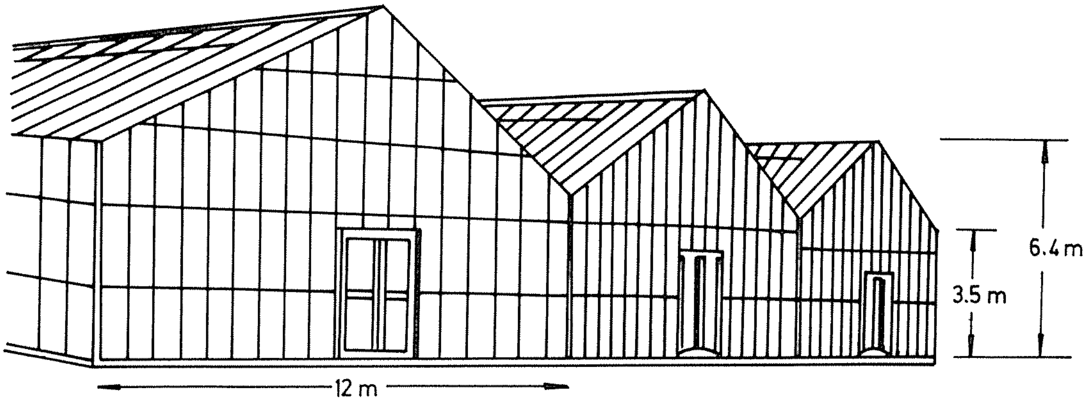
近年來很多 20 ～ 30 連棟，由於內部之中柱數過多，因此出現 3.2公尺之兩個屋脊變成一棟，減少中柱數一半，並使建築成本降低，如圖一所示由A變爲B 。

花卉用溫室之構造上，以每棟寬 9 ～ 15 公尺，棟高（屋脊）6.4公尺，側壁高 3.5公尺爲主。最近愈爲大型化且多連棟，此大型溫室之採光較爲良好（圖二）。

臺灣省農業試驗所藏書



圖一　Venlo 型溫室斷面圖



圖二　花卉用溫室斷面圖

1985 年溫室內環境控制有電腦 4500 台（圖三），其控制或調查記錄項目包括：

1.溫度與濕度，包括室內與室外。

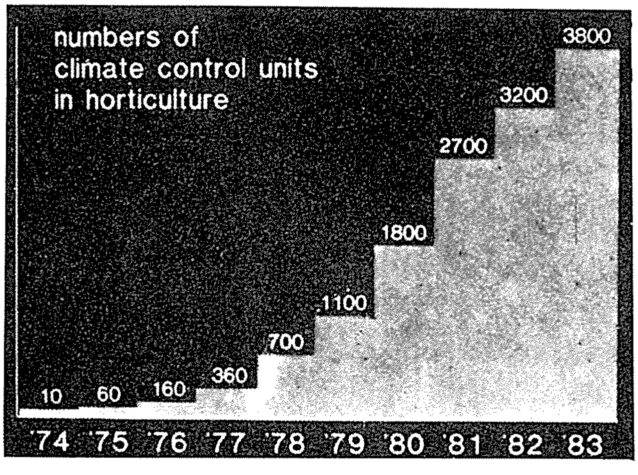
2.風速與風向。

3. 日射量。

4. 加溫系統的溫度。

5. 溫室通風率、通風窗或扇之調節。

6. 二氧化碳濃度。



圖三　荷蘭溫室之氣象控制電腦數目

(三)省能源之對策

1. 政府方面

荷蘭於 1965 年開始利用地下天然之瓦斯。政府決定以該天然瓦斯利用於各種產業及家庭用之能源，廣設管路，將石油能源改由天然瓦斯取代。設施園藝用之燃料也轉變由瓦斯代替。

2. 試驗研究及其實用化：

(1)溫室之側面以二層塑膠布爲隔熱資材。

(2)覆蓋資材以複層板及二層玻璃覆蓋之省能源研究。

(3)溫室內爲利用面積之擴大發展移動式栽培床（Rolling bench）及其省能源對策之研究。

(4)離峯電力之利用研究。

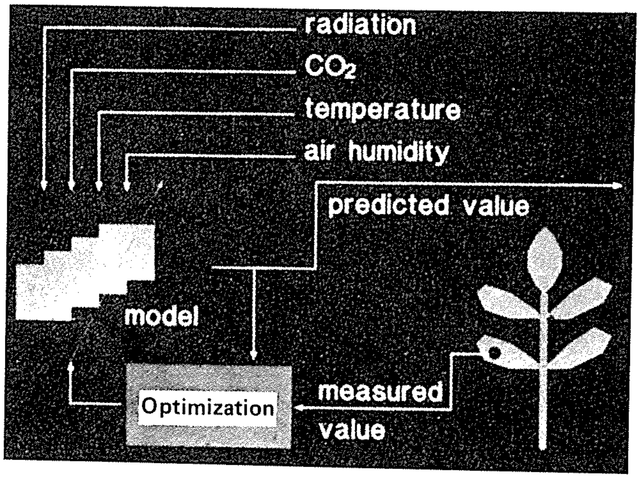
(5)電腦之有效控制與利用。

(6)適當設置熱氣管的位置。

(四)新研究方向

以作物之生育環境的控制，測定作物之生育狀況。於環境變動時，作物求取的變化模式。再以作物之變化狀況，來調整環境控制的條件。因此由供給之氣象資料而測得作物之數理資料，並以作物之感應器預報氣象之變數。

在研究上講究環境與作物最適之模式，求適當之感應器以幫助作物與環境的資料之輸入與回收。目前有許多正研究以簡易並能實用之生體情報之感應器的開發，如生長狀態的自動測定、水分狀態的自動測定、物質轉移或生理活性之自動測定等。荷蘭農業機械研究所（IMAG）正着手主要作物的水份關係因素的研究，如氣孔之開閉、呼吸率、葉部或生長部位的總水量、滲透壓和澎壓（Turgor Potentials）等與微氣候關係，以此種自動與非破壞性之生體情報應器，圖獲得應用於實際之生產（圖四）。



圖四　生體情報感應器與環境控制之開發

三、養液栽培

(一)岩綿 (Rockwool) 栽培之概況

岩綿之栽培係由丹麥之斷熱材製造廠 Grodan所研究開發。荷蘭將該產品試驗於農業上的栽培介質。於 1975 年開始推廣，當時面積僅有一公頃。面積逐漸增加，於 1986 年推廣面積達 2000 公頃（表七），其增加之速度頗爲迅速。栽培上以果菜類番茄、胡瓜、甜椒爲主，花卉之推廣面積比蔬菜爲少，但最近試驗之資料逐漸建立後，已增加迅速，幾種重要花卉也逐漸改以岩綿栽培。到目前爲止主要蔬菜面積之百分之五十左右，以岩綿栽培（表八）。

養液栽培中，介質材料以岩綿佔 90%，其他以泡綿（Foam）栽培和泥炭苔（Peat moss）等。岩綿之理化性良好，有充分空氣和養分供給，而不具離子交換力，因此養分之控制容易。有關岩綿之理化性如表九和表十。

表七　荷蘭與日本之養液栽培面積（公頃）

年	日本	荷蘭
1966	21.7	—
1976	150.9	5
1978	304.0	25
1980	243.8	80
1982	293.0	600
1983		800
1984		1600
1986		2000

表八　荷蘭利用岩綿栽培之狀況　（1985 年，公頃）

		溫室面積（A）	岩綿栽培面積（B）	B/A
蔬菜	番茄	1976	870	44%
	胡瓜	620	306	49
	甜椒	367	207	56
	茄	74	46	62
	其他	1577	—	—
花卉	非洲菊	276	5	1.8
	康乃馨	375	6	1.6
	虎頭蘭	155	75	48.4
	火鶴花	60	2.5	4.2
	菊花	60	0.5	0.8
	玫瑰花	760	11	1.4
	其他	2444	—	—

表九　岩綿之物理性（Grodan）

排水高度 cm	固　體%	孔　隙%	水　分%	空　氣%
1	3	97	94	3
5	3	97	82	15
10	3	97	38	59
15	3	97	17	80

表十　岩綿之化學組成（Grodan）

SiO	47%	CaO	16%
Al_2O_3	14%	MgO	10%
TiO_2	1%	MnO	1%
FeO	8%	Na_2O	2%
		K_2O	1%

(二)發達之原因

1. 根環境的控制而使產量增加：

荷蘭之溫室 9000 公頃中，約二分之一的農家之溫室皆有溫室的環境控制。但在溫室環境下，有關根圈的土壤環境控制仍爲困難的問題。而岩綿的栽培，可以克服該困難。岩綿栽培不但供給作物最適合之營養等條件，使生長迅速，產量增加。以番茄栽培爲例；土耕一年間之收穫量約爲 28 kg／m^2，改以岩綿栽培時爲 31 ～ 32 kg／m^2，每公頃約可增加 3,000 ～ 4,000 kg，約增產 5 %。雖然以岩綿栽培時，每平方公尺要增加 3 荷幣，每公頃成本增加 3,000 荷幣，但平均番茄 1 公斤爲 2 荷幣，所以農民每公頃仍可增加收入 3,000 ～ 4,000 荷幣（1 荷幣≒17 台幣）。其他甜椒以岩綿栽培可增產 5%，茄子增產 20%。

2. 以岩綿栽培可避免土壤傳染所引起的病害：

土壤栽培以蒸氣殺菌消毒，通常溫室 1 m^2 需要使用Methyl Bromide 3荷幣。改以岩綿栽培時，新岩綿是不帶任何病原的。如續用該岩綿時，雖然也以蒸氣消毒，但是其費用 1 m^2 爲 2 荷幣，較土壤消毒便宜。

3. 能源之節省：

荷蘭冬季之溫室栽培，爲使地溫提高，在種植 2 星期前開始使用瓦斯，消耗相當之能源。以岩綿栽培時就不必如此早期使用瓦斯以提高地溫，只要於定植之前一日才開始用瓦斯就可以。每平方公尺可節約 3 ～ 5 公升瓦斯費用。並且以岩綿栽培時，地面皆以白色塑膠布覆蓋，可以減少經由土中蒸散損失之能源。還有岩綿栽培時的根系良好，其夜間的室溫可比土耕低 1 ～ 2℃ 管理而不影響產量，能源又可節省。

4. 岩綿栽培作業較土耕栽培更爲輕易化：

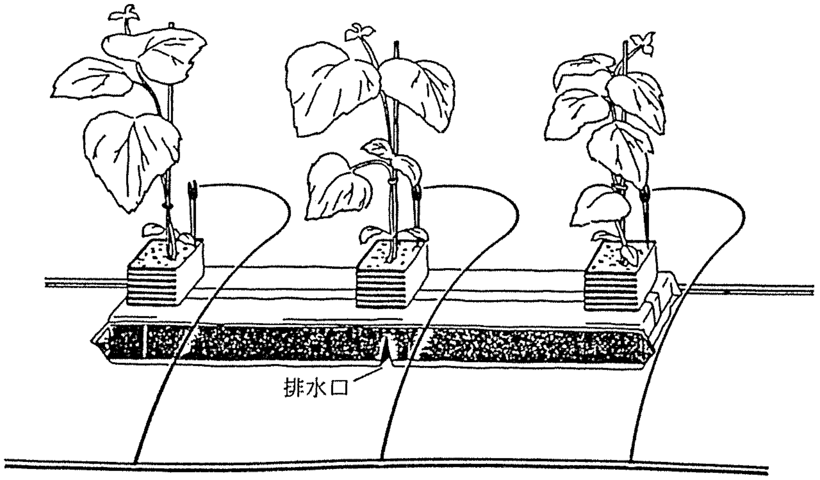
育苗由專門育苗公司供應種苗，溫室內之除溫度、濕度、CO_2 等環境控制外，養液灌溉也由電腦控制，作業更爲簡易化。

(三)栽培方式

主要栽培方式有下列二種：

1. 標準式（Standard system）或稱岩綿袋法：

栽培用岩綿以塑膠布包起來（Rockwool foil）。溫室整平後以2％福爾馬林液消毒，地面以0.07 mm 白色塑膠布覆蓋，將岩綿袋（通常番茄、甜椒用岩綿袋長、寬、高爲90×15×7.5 cm，胡瓜用者爲90×20×7.5 cm），排放於覆蓋塑膠布上。於根圈岩綿袋之下設置加熱管。將育苗之岩綿塊（Rockwool cube）定植於岩綿袋上（番茄、甜椒育苗用之岩綿塊大小爲75×75×65mm，胡瓜爲100×100×65 mm），培養液以電腦控制滴灌（drip），每株各一滴管。多餘之滴灌培養液由岩綿袋下面之塑膠布剪裂縫排出（非循環式）如圖五。如果排水較差之地面，則需埋設排水管。該栽培方式之適用作物包括胡瓜、番茄、甜椒、茄子等。

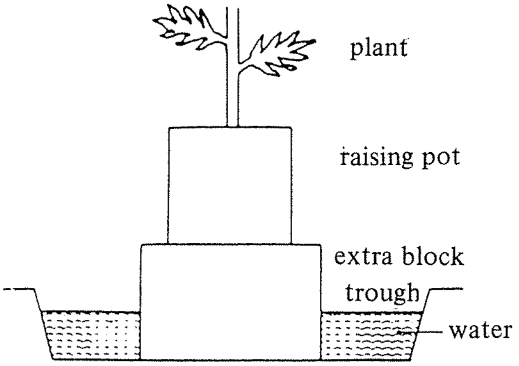


圖五　標準式岩綿栽培法

2. 栽培槽式（Gutter system，Gutter strip system，Gutter cube system）：

以保麗樹脂等製成栽培槽，栽培槽放於地面，槽內放置岩綿條（Strips）或岩綿塊（Cubes）。岩綿條之長、寬、高爲90×10×7.5 cm或90×10×10 cm，岩綿塊之長、寬、高爲10×15×10 cm，或15×15×7.5 cm，或15×15×10 cm。槽內調節使經常保持1～2公分深度之培養液。該栽培方式培養液可分成滯水式（Stationary water或稱非循環式）和循環式（Circulating water）。循環式並非水經常流動，而爲間斷性滴灌，每株灌溉方法與標準式相同，同時有少量水排出。所排之培養液可收集於供水池內繼續使用（圖六）。

栽培方式的收穫量比較，以標準式較高。標準式比栽培槽式約高7％。可能栽培槽式的岩綿浸在水中，氧氣之供給較不足的原因。



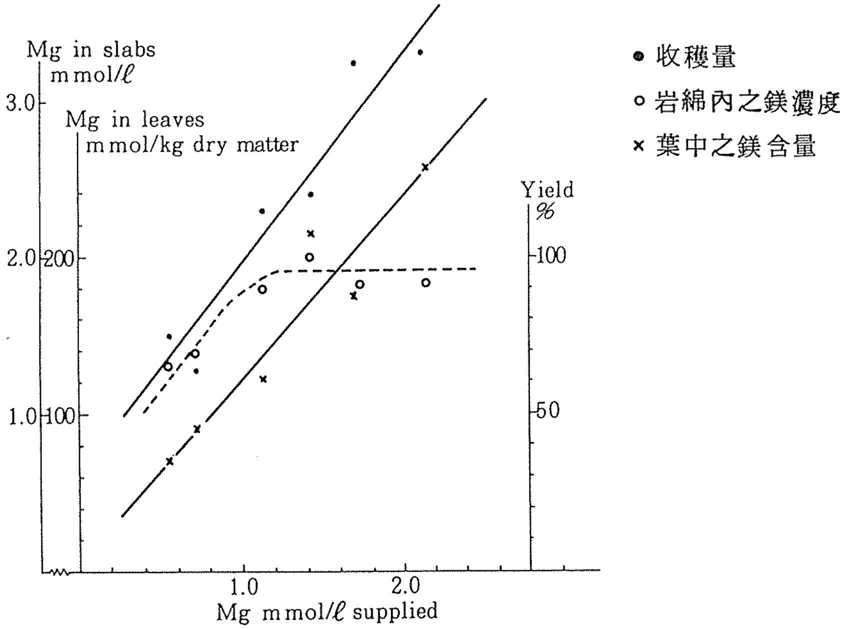
圖六　槽式岩綿栽培法

(四)水　　質

水質爲養液栽培上很重要的一條件，荷蘭多處的水源，含有多量之氯化鈉，影響作物之生長。灌溉用水之氯化鈉，微量要素（鋅、鐵）、碳酸塩等之含有濃度需要低。如濃度高時累積岩綿上，碳酸塩爲使 pH上升的原因。在岩綿栽培上訂有水質標準，氯化鈉含量需在 1.5 mmol／1以下，E C 也在 0.5 mmho／cm以下。

(五)培養液組成

作物別的培養液組成，由溫室作物試驗場以不同陽離子相互比與陰離子相互比試驗，比較其生產量，然後以植體及根部養液分析建立基本資料，再行實際試驗。以灌溉水加所施肥料之成分要素，並測定其根部處的要素累積狀況，訂出作物標準培養液及根部養液的指標值。以胡瓜之鎂施肥料爲例，其最高收穫量是位在供給培養液 1.5 mmol/1 ，適爲岩綿袋含 3 mmol／1 ，而葉片乾片物重含 200 mmol /kg(圖七)。此經由試驗之結果到實際應用之蔬菜、花卉作物別培養液組成及岩綿之指標值，分別列於表十一、十二和表十三、十四。



圖七　胡瓜培養液之濃度對岩綿內鎂濃度和葉中鎂含量之影響（ Sonneveld 1984 ）

果菜類之栽培對於鉀和鈣之吸收比例，不同生長期有不同之變化。如番茄果實肥大期鉀之吸收多，而枝葉之生長時期則鈣之吸收增加。因此作物之養分吸收其成分間之組成並非一定的。其所供之培養液組成也得隨岩綿之養液的變化而加調整。

表十一　蔬菜岩綿栽培之培養液組成（Sonneveld and Krey　1986）

成　　分	胡　瓜	番　茄	甜　椒	茄　子
EC mS/cm（25℃）	2.1	2.3	1.7	1.7
NO_3^- mmol/l	15.75	13.5	12.25	12.0
$H_2PO_4^-$	1.50	2.0	1.25	1.5
SO^{--}	1.25	3.5	1.25	1.0
NH_4	0.5	0.5	0.25	0.5
K^+	8.0	9.5	6.0	6.0
Ca^{++}	4.25	4.75	3.75	3.0
Mg^{++}	1.375	1.5	1.125	1.5
Fe μmol/l	15	15	10	10
Mn	10	10	10	10
Zn	5	5	4	4
B	25	25	25	20
Cu	0.75	0.75	0.5	0.5
Mo	0.5	0.5	0.5	0.5

表十二　蔬菜栽培岩綿內之指標值（Sonneveld and Krey 1986）

成　　分	胡　瓜	番　茄	甜　椒	茄　子
EC mS/cm（25℃）	3.0	3.0	2.5	2.5
NO_3^- mmol/l	18.0	16.0	14.0	15.0
$H_2PO_4^-$	1.5	1.5	1.0	1.0
SO_4^{--}	3.5	4.5	2.5	2.5
NH_4^+	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5
K^+	8.0	7.0	5.0	5.0
Ca^{++}	6.5	7.0	5.0	5.0
Mg^{++}	3.0	3.0	2.5	3.5
Fe μmol/l	15	15	15	15
Mn	7	7	7	7
Zn	7	7	5	5
B	60	50	50	50
Cu	0.8	0.7	0.6	0.6
Mo	—	—	—	—

表十三　花卉岩綿栽培之培養液組成

成　　　　分	康乃馨	玫瑰花	非洲菊	火鶴花	虎頭蘭	菊花 *
EC mS/cm (25℃)	2.2	1.8	1.8	1.1	1.0	1.4
NO_3^- mmol/l	15.0	13.0	13.0	6.5	3.8	10.5
$H_2PO_4^-$	1.75	1.75	1.5	1.0	1.0	1.0
SO_4^{--}	1.5	1.50	1.25	1.5	2.3	1.0
NH_4^+	0.5	0.75	0.5	0.5	1.0	0.5
K^+	7.25	6.0	6.5	4.5	3.2	5.0
Ca^{++}	4.75	4.5	4.0	1.75	1.7	3.0
Mg^{++}	1.25	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0
Fe μmol/l	25	25	35	15	8	60
Mn	10	5	5	3	20	20
Zn	4	3.5	4	3	4	3
B	25	20	30	20	20	20
Cu	0.75	0.75	0.75	0.5	0.4	0.5
Mo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5

* 循環式水耕

表十四　花卉栽培岩綿內之指標值

成　　　　分	康乃馨	玫瑰花	非洲菊	火鶴花	虎頭蘭	菊花 *
ECmS/cm (25℃)	2.5	2.2	2.2	1.3	1.0	1.7
NO_3^- mmol/l	14.0	12.5	13.0	6.0	2.8	10.0
$H_2PO_4^-$	1.25	1.5	1.25	0.75	0.7	0.75
SO_4^{--}	3	3.0	3.0	2.0	2.8	2.0
NH_4^+	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.2	<0.5
K^+	7.0	6.0	6.0	3.5	2.8	5.0
Ca^{++}	5.0	5.0	5.0	2.25	2.5	3.5
Mg^{++}	2.25	2.0	2.0	1.5	1.2	1.5
Fe μmol/l	20	25	40	15	8	80
Mn	5	3	3	2	8	10
Zn	5	3.5	5	4	4	5
B	50	20	40	40	20	20
Cu	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0
Mo	—	—	—	—	—	—

* 循環式水耕

關於培養液組成及岩綿之指標值的要素濃度不能相同的理由：

1. 作物的吸收離子組成，因氣象條件、生育階段等有變化。
2. 栽培用水內含有作物不吸收之離子如鈉、氯等累積於岩綿內。
3. 要素之吸收速度有很大差異，如果菜類鉀的吸收速度快，而鈣之吸收慢。微量要素中，錳於低濃度時也可吸收，而硼却非在高濃度時不易吸收。

由於岩綿內不具有緩衝作用，而岩綿培養液之濃度不斷之變化，因此需要有妥當之管理。每週得測定2～3次之pH和EC，每月得分析培養液的成分一次。根據分析結果增減養液組成。如果岩綿內之塩類累積過多時，則需灌水或以新培養液沖洗，使EC降低。

培養液分成A液和B液，以避免發生硫酸鈣和磷酸鈣之沈澱。通常以100倍原液自動控制稀釋後灌溉。

A液：硝酸鈣、硝酸鉀、硝酸銨、DTPA鐵、硝酸。

B液：硫酸鎂、第一磷酸鉀、磷酸鉀、硫酸錳、硫酸鋅、硫酸銅、硼酸、鉬酸鈉。

(六)培養液之灌漑

岩綿栽培之培養液每株作物以滴灌方式灌漑，測定正確的特定作物的消耗（包括吸收和蒸散等）培養液的量，再以安全起見增加消耗量的20％供給培養液。其灌漑的自動化，目前有下列不同種類控制方法：

1. 依日射量爲基準：

   作物之蒸散量與日射量和溫度成正比例，而作物之供給養液以日射量換算設定之。例如日射量之積算值爲80 J/cm^2時以100 ml 灌水。因此於各溫室都設有氣象台，以資料之輸入及輸出而達灌漑之管理，此方法爲荷蘭廣所應用。

2. 台秤式方法：

   岩綿放於台秤上面，作物之吸養液使岩綿之重量減輕時，灌水就開始的設定方式。此方法適用於番茄和胡瓜，其作物本身之重量可以支柱來負擔者爲限，對於甜椒之本身重量，需附着台秤上者，則不適宜。

3. 水位感應器的方法：

   二支電極棒以毛細管與岩綿互爲連結一起，電極棒二支都浸在水中時則灌漑停止，於水位降低、電極露出水面時灌漑開始。但是此方法以蒸發散速度略岩綿所排水量的流速大者爲限。因此，荷蘭在2月中旬到3月上旬以前之冬季，不適用此方法。

(七)經濟性

表十五爲各種養液栽培方式之費用比較，以岩綿栽培較養液薄膜法（NFT）爲便宜。但最便宜者仍以泥炭苔（Peatmoss）栽培，可是因其水分之控制困難，其收穫量較岩綿爲低。整體上岩綿之栽培以標準式最好，雖然比土耕投資高，但由收穫量提高來補足而有餘。

表十五　養液栽培之經費比較（平方公尺）（Van Os）

栽培方式	初期投資	每年投資	較土耕多投資
標準式	ƒ10.90	ƒ3.18	ƒ2.96
滯水式	11.75	3.71	2.43
循環式	13.55	4.67	3.99
泥炭苔（Peatmoss）	7.65	2.85	1.63
養液薄膜式（NFT）	16.30	4.49	4.31

(八)品　　質

以岩綿栽培之果菜與土耕者行品質比較。經同一溫室內之比較與多數溫室之取樣比較，包括番茄和胡瓜之貯放性、番茄和甜椒之維他命C的含量，及胡瓜、番茄和甜椒的乾物率，其結果如表十六、十七。岩綿栽培番茄的果實貯放性比土耕者平均可較延長2天。胡瓜之貯放性兩者大致相同。維他命C含量方面，番茄之岩綿栽培略高些，但甜椒方面則高出15％。而維他命含有量與植物體之錳含有量間有正相關現象，岩綿栽培者其植體的錳吸收量也高。乾物率方面，番茄與甜椒並無任何之差異。胡瓜方面則岩綿栽培者略較低，但其貯放性並未受影響。

表十六　番茄和胡瓜之貯放性比較（Sonneveld 1984）

作　物	年　度	貯放性（天）	
		岩綿栽培	土耕
同一溫室取樣			
胡　瓜	1981	5.7	5.6
胡　瓜	1982	4.0	4.2
胡　瓜	1983	5.6	5.1
番　茄	1981	13.1	10.2
番　茄	1982	8.3	5.5
番　茄	1983	11.6	10.1
不同溫室取樣			
胡　瓜	1981	5.5	5.6

表十七　果實的維他命C含有量與乾物率（Sonneveld 1984）

作　物	年　度	維他命C mg／100 g		乾物率（％）	
		岩綿栽培	土耕	岩綿栽培	土耕
同一溫室取樣					
胡　瓜	1982	／	／	2.8	3.1
番　茄	1982	／	／	6.1	5.8
不同溫室取樣		／			
胡　瓜	1981	／	／	2.9	3.2
胡　瓜	1982	／	／	3.0	3.1
胡　瓜	1982	／	／	3.0	3.2
番　茄	1983	17.1	14.9	5.7	5.8
番　茄	1983	22.3	21.2	6.5	6.4
甜　椒	1982	165	149	9.4	9.6
甜　椒	1982	154	137	9.3	9.1
甜　椒	1983	194	158	9.6	9.0
甜　椒	1983	194	161	9.3	9.1

照片 1　荷蘭使用岩綿栽培番茄

照片 2　荷蘭利用岩綿配合點滴灌溉栽培茄子

參考文獻

1. 內海修一 1984 世界之設施園藝 日本誠文堂
2. Gieling, H. 1985. Electronics, sensors and software for micron electronics in greenhouse. Hydroponics Worldwide. Editor by A. J. Savage 36–41.
3. Ministry of Agriculture and Fisheries 1986. Dutch agriculture in facts and figures.
4. Mulder W. P. 1985. The Netherlands: Current research and developments. Hydroponics Worldwide. Editor by A. J. Savage 144–149.
5. Sonneveld, C. 1980. Growing cucumbers and tomatoes in rockwool. Pro. 5th Intern. Congress Soilless Culture. 253–262.
6. Sonneveld, C. 1981. Items for application of macro-elements in soilless cultures. Acta Horticulturae 126: 187–195.
7. Sonneveld, C. and W. H. Welles. 1984. Growing vegetables in substrates in the Netherlands. Proceedings 6th international congress on soilless culture 613–632.
8. Sonneveld C. and C. de Krey. 1986. Nutrient solution for vegetables and flowers growing in water or substrate. voeding-soplossingen glastuinbow No. 8.
9. Van Os E. A. 1982. Dutch developments in soilless culture. Outlook on agriculture. Vol. 11, No. 4: 165–171.

SUMMARY

Dutch horticulture is characterised in particular by intensity. Total acreage of horticultural crops is 120 thousand hactares that is sharing 6% of total cultivation land. Horticulture production value achived 860 million guilders that sharing of agriculture in total 24%.

Glasshouse cover a total area of approximately 8800 ha. of this 4650 has used for vegetable and fruit production, and 4150 ha for the production of flowers and tree nursery crops. Lettuce, cucumber, tomato and rose, carnation, lily, chrysanthemum, gerbera, cyclaman, pot flowers are main horticultural crops. This paper introduced a general information on structure, climate control, saving energy of glasshouse and, discussed new research directions on environmental control.

In the last few years soilless cultures have been vigorously developed in the Netherlands. Although many different substrates been used, rockwool is the most popular. Nowaday nearly 50% of the vegetables (tomoto, lettuce, cucumber, eggplant)are growing in rockwool and flower production are increasing quickly. This paper also introduced the techniques of culture systems, nutrient solution and irrigation system etc.

討　論

呂明雄（國立嘉義農專）問：

夏季溫室內如何降溫，請加以說明，以利本省之應用。

沈再發答：

荷蘭溫室都是加溫，沒有降溫問題，我們在農委會支援下，現開始進行溫室如何降溫，如何調節的方式，現已開始在做了。在荷蘭沒看到。

余增延（農林廳）問：

Rockwool block 是否應翻為岩綿塊比岩綿袋較適當？

沈再發答：

Rockwool block 有大小之分，有 90×15×7.5 cm 長形方塊，有 75×75×65 mm 小方塊形，也有像棉花的等，是該如何來翻譯較合適，也希望各位提出高見。

李金龍（農委會）問：

荷蘭設施園藝生產是否有繼續成長之趨勢？或已達飽和？其原因如何？

沈再發答：

我在1963 年到過荷蘭，當時溫室大約有5000 ha左右，目前達到9000 ha。他們最主要的是銷歐洲市場，歐洲市場沒問題，所以逐漸增加。可是最近蔬菜方面是降低了，而花卉增加得很快，也許花卉市場上升的趨勢，而蔬菜方面是有飽和的現象。

黃貴露（建國花市）發言：

設施所需材料，應輔導專業工廠生產供應業者所需，以降低設施之成本，並予以規格化。

王豐政（中興大學農業機械工程系）發言：

1. 目前荷蘭在設施園藝溫帶栽培之生產環境，自動控制系統佔其設施園藝生產總值之多少百分比？
2. 目前本省在生產環境自動控制系統方向，有那些最迫切之需求？

沈再發答：

1. 目前手上無此數字表示。
2. 剛剛幾位長官都說過，設施園藝是綜合性的技術，在機械方面，如自動化的問題，遮蔭在某種程度的自動化；養液栽培上，灌溉的自動控制，A、B液如何的配合等，皆是需要解決的問題。

國內各類設施栽培之現況介紹

林學正＊・侯鳳舞＊＊

An Introduction of Horticultural Production under Structure

Shue-Cheng Lin and Fong-Wu How

摘　要

本文爲介紹國內已應用及正開發之園藝設施種類，並利用設施進行各類作物栽培之方法。對各設施之結構性使用限制與經濟性做進一步之說明。

其內容包括：

一、本省應用之園藝設施型態，分永久性、半永久式及簡易式三型。

二、各型設施所造成之微氣候，對作物生育之影響。

三、設施栽培面臨之問題及未來發展之方向。

一、前　言

台灣地跨溫熱兩帶，四周環海，沿海又有暖流經過，氣溫、濕度與雨量均較同緯度的地帶爲高(2)，此種有較長暖季、雨澤豐沛之環境條件，很適合多種園藝作物之生長(3)。但由於地理環境臨近中國大陸，氣候變化很大，季風盛行，冬季偶有寒流來襲，夏季則常遭梅雨、雷雨、颱風等不良氣候危害(2)，作物之產量及品質極不穩定(11)。早期國內之園藝栽培因屬小農經營制，資金缺乏，土地利用粗放，市場對產品品質之要求亦較低，設施栽培之開發利用並不普遍。利用自然材料植防風牆或以稻草覆蓋來避風防雨，保持土壤水份等爲較常見之簡易設施栽培。此外，以菇農利用竹材爲脊幹，以稻草爲覆蓋材料之菇舍栽培設施生產洋菇最具規模。當時（民國57年）國內之生產面積高達一千二百萬平方公尺，爲世界上首要洋菇外銷國家(3)。此後更由於 PE 塑膠等設施資材在國內開工生產，（台聚公司於民國57年五月開工生產聚乙烯），其價位及資材適合農業生產利用(5)。多種園藝設施栽培隨著PE 塑膠之開發利用而逐漸推展。例如蔬菜生產專業區中農民開始利用高架PE 網室栽培（照片 1 ）以安定產量，提高品質 (7)(8) 。竹筍生產專業區筍農普遍採用塑膠布覆蓋，以提早產期，增加產量 (9)。民國58年推廣採用之 PE 塑膠布密閉式洋菇舍，不但病虫害少，品質高且單位面積產量增加一倍 (4)。這些設施栽培對園藝產業均有實質貢獻。近年來，隨著文明之進展，消費市場對產品品質、產量及產期調節之要求提高。穩定產量、提高品質及調節產期之設施促成栽培方式，漸成園藝企業化栽培所必須(14)，且新引進經濟栽培之園藝作物種類或品種，也因大部份均在設施環境下育成，需在設施環境下方能完全表現其原來品種之特性(18)。根據調查目前（1986）國內設施栽培面積依作物種類約爲果菜類 250公頃、葉菜類30公頃、蘭

＊台南區農業改良場場長　　＊＊助理研究員

Director and Assistant Horticulturist, respectively, Tainan D.A.I.S., R.O.C.

花及切花類爲600公頃、種苗5公頃、菇類400公頃，面積正在逐漸增加。本文爲介紹國內已應用及正在開發之園藝設施種類（養液栽培除外），及其設施栽培方法，並針對各設施之結構，使用限制與經濟性做進一步說明。

二、設施園藝之型態及利用現況

國內設施園藝之利用，隨著資材之開發及栽培技術之改進，生產規模逐漸擴大，設施栽培之作物種類也日趨繁多。其設施型態依栽培目的、作物種類、設施結構及使用年限而異。本文爲方便敍述，將常見之設施園藝型態依結構及使用年限區分爲永久式、半永久式及簡易式等三種。

(一)永 久 式

以玻璃溫室或鐵架溫網室等固定設施爲主。玻璃溫室設施，由於造價高，早期大部份係供試驗研究機構週年栽培利用。國內經濟栽培上，最早採用此種溫室設施栽培爲蘭花業者。蘭花（尤其是品種花）爲高價值的花卉，也適合業餘者營利栽培，資金引進容易。且一般業者所栽培的蘭花，如嘉德麗亞、萬代蘭、蝴蝶蘭、喜姆比蘭等類大部份均原產在熱帶和亞熱帶地方[10]，這些重要蘭花種類之生長、開花適宜的溫度大致在30℃以下，15℃以上的範圍[10]。台灣冬季常有低溫，爲了種源或栽培上的保護及防盜需要，業者模仿國外利用溫室設施來栽培熱帶性蘭花之方式，大量投資所建造之溫室設施已遍佈中南部各大小蘭園。此類不完全爲商業目的而就地建造之溫室設施、大小型態不一，主體結構依使用之材料而異（有木材、鐵材、鋁合金屬材）（照片2），成本和利潤也非首先被考慮之因素。其設施之典型特徵爲：

1. 玻璃溫室設施以屋脊南北向之設計較常見

溫室設施之方向與通風採光及設施之抗風性有關[3][12][13]。國內南北向溫室，其結構架在室內之陰影，在一天中會隨著太陽之東升西落而移動，所產生之遮蔭對植物之影響較小。東西向溫室之陰影，僅能在一年當中隨著季節變化，較易產生室內植株遮陰受光不均現象[12]。國內一般之溫室設施可能考慮光量之均勻分佈與颱風之受風面因素，以南北向之設計較常見[3]。

2. 溫室小、屋脊低

溫室愈高大，所受外界之影響愈小，愈容易保持室內溫度均勻一致[13]，但抗風性則較差，造價亦較高。國內一般栽培用溫室以在30坪－50坪間之小溫室造型較常見，據調查屋脊高度均在3.6公尺以下。由於溫室小、屋脊低且常爲雙併式或連棟式設計，故夏季高溫時之通風散熱一直爲此類設施急待克服之問題。

3. 設施內栽培床均爲固定式

國內業者以往所採用之栽培床均爲固定長條植床設施，在空間利用上，根據調查，此種設計設施內可供栽培利用面積率約爲65％。改良栽培床形式。以增加溫室設施之利用率將可有效提高設施栽培之經濟效益[13]。最近中南部業者開始採用之活動植床（Rolling Bed），其實際栽培利用面積已可達85％。

利用玻璃溫室來進行蘭花設施栽培固然理想，但造價高（每坪5,000－10,000元），其它園藝栽培業者，因資金缺乏及經濟效益等因素，目前仍很少採用。另外一種旨爲防雨，略具保溫效果之鐵架塑膠網室永久式設施，因結構堅固，造價低（每坪2,000－3,000元）。目前在本省中部埔里之盆花，切花；田尾永靖之苗圃及嘉義近郊之切花生產，已有不少業者採用（照片3）。此類設施，原在民國50年代，本省北部花卉栽培業者，爲克服秋冬季陰雨，氣候條件不利露

照片 1.　蔬菜高架PE網室栽培（台南）

照片 2.　以木材爲溫室設施骨架（善化）

照片 3.　嘉義近郊以鐵架網室設施栽培非洲菊

照片 4.　埔里地區以鐵架塑膠棚栽培康乃馨

照片 5.　康乃馨高隧式溫網室設施栽培（埔里）

照片 6.　嘉義新港高隧道溫網室生產精緻蔬菜

照片 7.　台南洋香瓜高隧道立式栽培

照片 8.　屏東九如不留母莖蘆筍設施栽培

照片 9.　斗南地區瓜類育苗栽培設施

照片 10.　台中軍功里空心菜冬季栽培情形

照片 11.　斗六小馬鞍形瓜類栽培設施

地切花栽培，及欲提高外銷東南亞，日本之切花品質，才開始以此種較經濟之力霸式鐵架溫室設施試作生產菊花[6]。在此種設施內，因雨天仍能照常工作，農場人力調配容易，且無雨水冲刷及帶來病源及什草種子之慮，肥料不易流失，病虫及什草防治費用低，切花花瓣及叶片清潔，品質提高。且設施造價不高（當時100坪造價約台幣3萬元）。因此一直深受業者歡迎。民國56.年農林廳及農復會亦輔導資助北部菊花生產業者，利用此類設施進行小規模示範栽培[6]。中部員林玫瑰花推廣中心亦曾以水泥柱及鐵架爲骨幹自行搭設塑膠溫室進行二年生玫瑰之栽培試驗，結果發現以此種設施生產之切花不但品質提高，且由於保溫效果良好，在一、二月低溫季節，切花需求量多，生產量少時，設施內之單位面積產量比露地栽培提高一倍以上。此類原先在北部開始採用之鐵架塑膠溫網室設施，後來隨著花卉產業南移，中南部業者在生產盆花、觀葉植物及種苗離地栽培上之利用亦很普遍。但因本省高溫多濕，鐵材易生銹（尤其是接合點處），油漆維護不易，而影響其使用年限。以埔里地區60年代康乃馨切花栽培所搭設之鐵架塑膠溫室爲例（照片4），因結構之組件接點多，維修不易，目前部份已開始腐蝕，抗風性不佳，其經濟利用年限有些不及十年。最近北部苗圃業者群芳圃，參考國外溫室骨架結構，以簡易組合搭設而成之鐵架塑膠溫室，維修容易，抗風性佳，應可作爲國內發展鐵架塑膠溫室設施之參考。

(二)半永久式

上述之永久性設施，在經濟栽培上大部份以供離地栽培爲主。栽培種類則爲較高經濟花卉如蘭花、盆花、觀叶植物及適合離地栽培之康乃馨、火鶴花等。其它以地面栽培之園藝作物如玫瑰、滿天星、非洲菊或蔬菜類，則因土壤不宜長期連作或經濟效益之考慮，業者大部份採用使用年限較短（5－10年），造價較低（每坪600－2,000元間）之半永久性設施。此類設施，早期之骨架材料以竹材、木材或鐵材爲主，結構組合較複雜且費工。近年來由於鍍鋅鐵管加工成型，組合固定容易，且輕便，價格便宜，勢將逐漸成爲國內半永久性設施之主要骨架材料。半永久式設施頂蓋之造型有尖頂式及圓頂式等兩種。尖頂式設施排水較快，不易發生積水情形，溫度亦不易累積，但受風面積較大，抗風力較差。圓頂式設施則受風面較小，抗風力較佳[11]，且平均造價比尖頂式便宜25％[13]。故國內之半永久性設施以圓頂式較常見。此種圓型頂之溫網室栽培設施規格則依作物種類及栽培利用目的而異。國內業者目前利用之規格依高度大小，大致約可區分爲下列三種：

1. 高隧道型溫網室：

高隧道溫網室以面寬5公尺左右，高度2.7～3.2公尺之規格最常見。設施長度則依地形而異，但超過30公尺則易產生通風不佳易蓄積熱氣等問題[15]。搭設排列方式有單棟式與連棟式。連棟式土地面積利用率較大，材料較經濟，但通風散熱不佳[11][15]。此種高隧道型溫室設施目前在國內園藝作物之栽培利用很普遍。民國60年果農即曾在嘉義中埔鄉於冬季利用此種設施保溫，以促進葡萄萌芽，提早產期。花卉栽培上，埔里、嘉義及台中近郊之花農在滿天星、康乃馨、非洲菊、玫瑰花等主要切花栽培均已多數採用此類設施進行栽培（照片5）。台糖公司台南、新港、西螺蔬菜專業區之網室精緻蔬菜（照片6）及善化溫室洋香瓜（照片7）、屏東九如冬季綠蘆筍（照片8）生產……等亦均以此進行設施栽培。

2. 中隧道型溫網室：

爲國內濱海地區業者，爲加強設施之抗風性及保溫效果且方便設施室內之人工操作，由高隧道型溫網室改良修正而成。現行採用之規格面寬爲4.2公尺，高度1.8公尺。以1/2英吋鍍鋅鐵管爲主要骨架，上覆蓋PE塑膠布，四週側壁1公尺高處圍以32目可掀開式塑膠網

供通氣調節用。目前在國內已有業者採用作爲多作式園藝設施栽培用，如嘉義溪口地區農戶即利用作爲洋香瓜、苦瓜及芹菜等三作式設施栽培。因造價低（每坪約 400元）、抗風性強、堅固（骨架材料可耐用十年左右），可適合多作栽培利用，在濱海強風地帶，應是一種經濟實惠之栽培設施。

3. 低隧道型溫網室：

爲國內中南部苗圃業者，參考洋香瓜簡易隧道型設施栽培模式改良而成。一般可供育苗及盆花離地栽培，其設施主體結構以 1/2英吋鍍鋅鐵管加工定形成面寬1.0－1.2公尺，高度1.4－1.6公尺之拱型骨架，骨架肩側裝有掛鈎以固定 PE 塑膠布及遮光網，骨架基部以塑膠管套接，安裝及拆除容易。本設施內通氣良好，無溫度蓄積現象，且具防雨及遮光調節等功能，台中市近郊及田尾永靖一帶苗圃業者已開始採用。

(三)簡 易 式

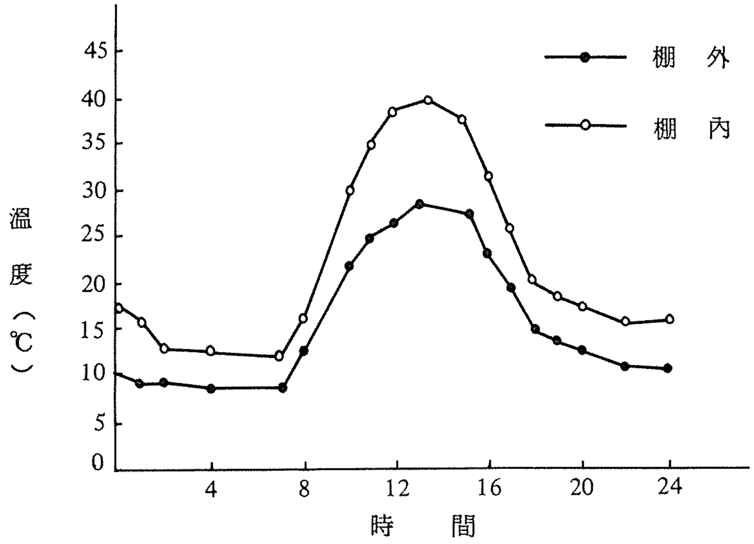
簡易式設施在國內之利用開發較早，爲早期農民保護露地栽培作物之一種簡單設施。此類設施，旨供一作栽培或每年栽培後拆除重建，並無堅固之骨架材料，形式依設施栽培目的而異，設施結構簡單，成本低。如早期沿海地區之作物栽培，農民爲防風定砂，利用稻草、竹片等自然材料，在作物迎風面，編築防風牆等簡易設施以防風砂及塩霧危害，及保持土壤水份，近年來，由於 PE 網輕便堅固，在海風強烈地區，則大部份改採用PE 防風網。如彰化芳苑地區之柳橙栽培，雖植防風林，但生育緩慢且枯死及缺株不少，以致柳橙落果很嚴重。青果社於民國59年起在該地區推廣採用防風網進行栽培。此類簡易設施效果良好，爲國內防風砂 ，減少塩霧危害上之一典型栽培設施。另外中南部秋冬季之木瓜育苗定植，則經常以保溫防風罩(約直徑25公分，高25公分之圓錐罩），來防雨保溫、避風。西瓜秋冬季亦普遍以 PE 低隧道式或小型保溫罩進行栽培。西瓜爲淺根性作物，不耐移植，一般瓜農均採用直播式栽培。中南部地區爲提早產期，經常將播種提前至12月中下旬。此時氣溫低，種子發芽及幼苗發育遲緩，甚或發生凍害。利用保溫罩或低隧道設施栽培，其室內溫度可提高，對西瓜幼苗生長有利，且可減輕害虫侵入及避免流砂掩沒，及防止土壤乾燥等。南部地區之洋香瓜栽培，過去由於梅雨及毒素病之爲害，栽培上倍感困擾，近年來大部份農戶已開始採用簡易隧道型設施栽培（照片 9），於栽培畦上每隔 1 公尺用 3.3公尺長竹片架成寬 1.8～2.0公尺，高 0.8公尺之隧道式，上覆透明塑膠布。由於冬季保溫效果良好，除可提高果實品質外，亦可提早採收24～30天 [21]，效果良好，目前此類簡易設施之栽培面積，已超過 200公頃。其它如台中近郊軍功寮一帶 [11]，以密閉隧道式塑膠棚生產冬季蕹菜（照片10），西螺一帶低架網室栽培夏季葉菜類 [1]，及雲林斗南一帶以小馬鞍型設施進行瓜類育苗栽培……等（照片11），皆是地區農戶正開發利用之簡易栽培設施。

三、設施內之環境氣候及其對作物之影響

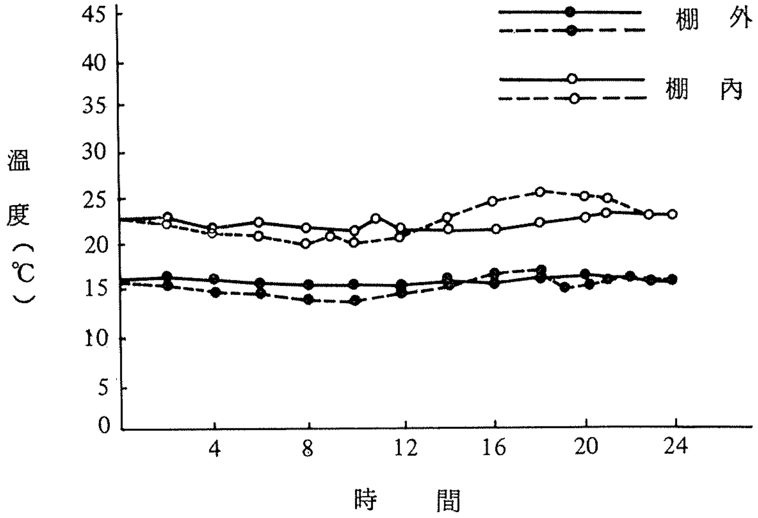
設施內之環境氣候及其對作物生育之影響，隨設施造型種類、覆蓋塑膠布特性、厚薄、透光率及覆蓋範圍……等而異 [13][15][16][17]。現以國內經濟栽培採用之半永久高隧道型溫網室、簡易之低隧道式及防風牆等三類設施分別爲例說明如下：

(一)半永久式高隧道溫網室冬季綠蘆筍設施栽培

國內目前於嘉義縣六腳、新港及屏東九如等地搭建生產冬季綠蘆筍之半永久式高隧道溫網室（面寬 5 公尺，高度 2.6公尺，以 0.15 mm透明PE塑膠布覆蓋），於 1月上旬調查結果，棚內地上溫度日間約可提高 7 ～ 8 ℃，夜間可提高 2 ～ 3 ℃（圖一）。地下15公分及30公分處，日夜溫度均可提高 5 ～ 7 ℃（圖二）。



圖一 塑膠棚覆蓋後，筍田地上(60公分)溫度變化
(調查日期：75年1月1日至1月15日，地點：義竹蘆筍研究中心)。



圖二 塑膠棚覆蓋後，筍田地下15公分(虛線)及30公分(實線)處溫度變化
(調查日期：75年1月1日至1月15日，地點：義竹蘆筍研究中心)。

(二)簡易低隧道洋香瓜設施栽培

台南市安南區目前推廣採用之洋香瓜 PE 塑膠布低隧道式栽培設施，即畦面覆蓋銀灰色塑膠布(寬 1.8m，厚0.035mm)畦上每隔 1 m用 3.3m長竹片架成寬 1.8－2.0m高 80 cm之低隧道型，上面被覆 2.7m寬，0.075mm 厚PE透明塑膠布之栽培模式[21]，其設施內之環境及對洋香瓜生育之影響與露地栽培有很大差異。根據調查，本項設施內，植株發育較快速，如表六所示，植後30天，採用低隧道栽培植株營養生長較快，葉片較大。中期之發育(植後56天，開始着果前)，亦有顯著差異，此時，設施栽培內之子蔓已達一公尺。設施內之地上白天最高溫度較露地栽培對照區平均增高 8 ℃以上，夜間最低溫則僅增加 2 ℃左右。地溫亦平均提高 3 ℃左右[21](表二)。由於

冬季保溫效果良好，除了洋香瓜果實品質及糖份提高外，裂果發生減少，並提早24－30天採收（表三）。同時毒素病及露菌病之發生率亦相對減少，僅分別爲 0.2% 及 2.24% [21]（表四）。

表一　洋香瓜不同栽培模式之植株生育狀況

Table 1. Plant growth in tested culture systems of muskmelon

栽培模式 Culture system		植後30天 30 days after sowing		植後56天 56 days after sowing		平均葉面積 Average leaf area (cm^2)
		葉長 Leaf length (cm)	葉寬 Leaf width (cm)	蔓長 Length 2nd vein (cm)	葉數 Number of leaves	
PE隧道棚 PE-sheet tunnel		7.2	9.3	100	11.3	173.1
畦面覆蓋銀黑PE塑膠布 Planting-bed multched with silver black PE sheet		6.3	7.5	55.5	10.1	90.2
畦面覆蓋稻草 Planting-bed mutched with straw		5.9	7.1	54.6	9.2	105.5
LSD	5%	0.64	0.70	1.722	0.511	2.874
	1%	0.94	0.97	2.579	0.752	4.182

表二　洋香瓜生育期設施內土壤溫度之變化

Table 2. Temperature of the soil during growth period of muskmelon

栽培模式 Culture system		12.月 December 中旬 Mid.	12.月 December 下旬 Lat.	1.月 January 上旬 Ear.	1.月 January 中旬 Mid.	1.月 January 下旬 Lat.	2.月 February 上旬 Ear.	2.月 February 中旬 Mid.	2.月 February 下旬 Lat.	3.月 March 上旬 Ear.	3.月 March 中旬 Mid.	3.月 March 下旬 Lat.	平均 Mean
PE隧道棚 PE-sheet tunnel	地面 On soil												
	最高溫 Maximum	32.7	25.4	28.7	29.4	26.5	33.9	33.5	31.7	31.8	29.1	31.8	30.4
	最低溫 Minimum	16.7	13.8	16.3	13.9	15.2	17.5	17.4	14.3	16.4	15.5	14.8	15.6
	地下 In soil	22.0	21.0	21.5	21.0	21.5	22.0	22.0	21.0	21.5	21.5	21.0	21.5
畦面覆蓋稻草 Planting-bed multched with straw	地面 On soil												
	最高溫 Maximum	24.1	18.4	22.7	20.4	20.5	24.9	24.5	22.2	22.8	21.1	23.0	22.2
	最低溫 Minimum	15.7	11.8	14.3	11.9	13.2	16.5	15.4	12.3	15.4	13.5	12.8	13.8
	地下 In soil	19.0	18.0	19.0	18.0	18.0	19.0	19.0	18.0	19.0	18.0	18.0	18.5

溫度（℃）Temperature

表三　洋香瓜不同栽培模式之着果及採收期比較

Table 3. Dates of sowing, fruit setting and harvest period in different culture systems

栽培模式 Culture system	播種日期 Date of sowing	着果期 Date of fruit setting	採收期 Harvest period
PE隧道棚 PE-sheet tunnel	12月2–4日 2–4 December	1月30日 30 January	3月9日–4月17日 9 March–17 April
畦面覆蓋銀黑PE塑膠布 Planting-bed multched with silver black PE sheet	12月2–4日 2–4 December	2月18日 18 February	4月2日–29日 2–29 April
畦面覆蓋稻草 Planting-bed multched with Straw	12月1–4日 1–4 December	2月18日 18 February	4月2日–29日 2–29 April

表四　洋香瓜不同栽培模式之罹病調查

Table 4. Infections of various diseases on muskmelon in different culture systems

栽培模式 Culture system	感染率(%) Infection 毒素病 Cucumber mosaic virus	蔓枯病 Gummy stem blight	露菌病 Downy mildew	白粉病 Powdery mildew
PE隧道棚 PE-sheet tunnel	0.2^{a}	8.8^{a}	2.24^{a}	28.9^{a}
畦面覆蓋銀黑色PE塑膠布 Planting-bed multched with silver black PE-sheet	3.2^{b}	10.8^{a}	56.3^{b}	37.7^{a}
畦面覆蓋稻草 Planting-bed multched with straw	17.4^{b}	16.8^{a}	33.8^{b}	16.1^{a}

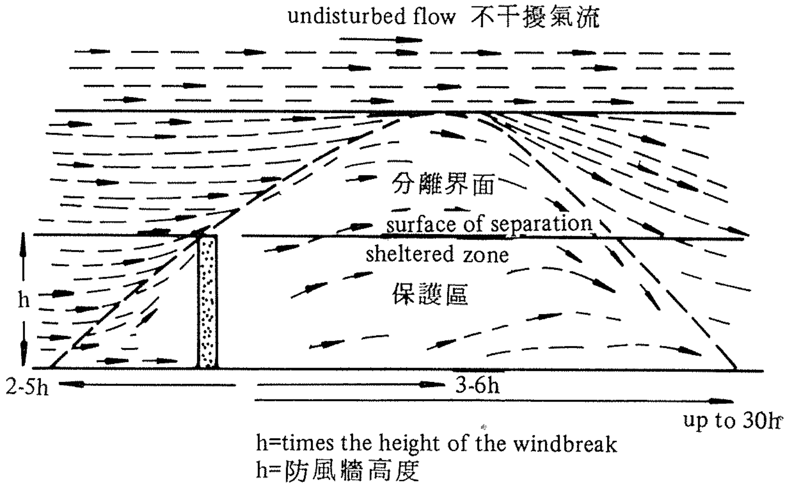
* 表列英文字母相同者，係依Duncan's 的變異測定 $\rho = 0.05$ 不顯著。

* Means followed by the same letters are not significantly different at 0.05 level, according to Duncan's Multiple Range Test.

(三)簡易防風牆設施栽培

簡易防風牆設施栽培，一般以濱海地區風沙大、塩霧多的地區利用較多。此種栽培設施一般以在作物迎風面植防風林種高莖作物，或利用稻草、PE塑膠網編築防風牆（windbreak）等較常見。主要目的在減弱風速，方便田間噴藥操作，防止土壤侵蝕，減少植物之水份蒸散，減少土壤水份蒸發[15]。其防風效果及保護範圍依防風牆之高度而定（圖三）。根據調查，一般編築之

防風牆（50%之穿透率），其防風範圍可達防風牆高度之30倍，但以20倍高度範圍內較顯著，其中最大防風效果則在3－6倍高度之範圍內[15]。



圖三 半透性防風牆之防風效果（約50%之穿透率）

Fig. 3. Effectiveness of a semi-permeable windbreak (approximately 50 per cent permeability).

四、設施栽培面臨之問題及未來發展方向

國內之設施栽培尙處於起步階段，目前開發採用之各類設施，除了簡易式設施及部份半永久性設施，因結構簡單，造價低，經地區農戶不斷改良修正後，尙可適合國內短期設施栽培利用外，其餘部份目前採用之永久性及半永久性栽培之設施，因係大部仿照國外之設施搭建而成，並非十全十美。將來若欲發展本土化之設施栽培，在設施形態、結構及栽培利用上………等，仍有許多問題，尙待研究解決。

(一)設施結構及形態

設施結構、形態及規模和通風、溫度蓄積及抗風性等有關。設施愈高大，室內溫度愈均勻，通氣較佳，栽培利用容易，但抗風性則較差。反之，設施規模小，屋脊低，則抗風性佳，但溫度易蓄積，通風排氣差。在半永久式覆蓋頂之形態上，尖頂形設計，排水快，溫度不易累積，但受風面積大、抗風力差。圓頂式設計，則受風面小，抗風力較佳，且平均造價比尖頂便宜25%。但圓頂形之弧度亦與溫度蓄積有關，弧度小，保溫好，但溫度容易蓄積。國內因冬季受季節風，夏季受颱風之影響，各地出現最大風速約在40公尺～50公尺／秒[2]，將來開發利用之設施形態及規模，除需考慮改良高溫季節設施內之高溫及通氣溫問題外，永久性及半永久性設施應以能抗50 m/秒強風之結構爲目標。

(二)設施成本及資材

國內目前半永久式之主要設施資材因設施形態規模大小不一，尙未能大量生產供應。且常見之設施結構組件繁多，安裝組合維修不易，故設施經濟栽培規模小，生產成本高，而影響業者投資之經濟效益。將來在設施骨架及覆蓋資材上，應發展構造簡單，易組合之標準化資材，輔導廠商大量生產，以降低設施栽培成本。

(三)設施栽培環境及作物種類

設施內之環境條件雖較露地栽培穩定，作物之生長及生產調節控制亦較容易。但因設施內並非自然環境，一般設施內因空氣較不流通，熱擴散現象小而慢，水份蒸發因高溫而快速。溫度及濕度累積產生之高溫高濕問題經常是影響作物正常生育之原因之一。且設施內因無雨水沖淋，施用肥料不易流失，地面栽培時，塩類物質容易過剩而蓄積在土壤表層，影響根系水份與養分之吸收，造成營養份不平衡及微量元素缺乏症[11]。這些設施栽培必須克服之環境問題，此外因設施栽培成本較高，因此對於未來應發展設施之栽培作物種類亦應詳加評估。

參考文獻

1. 王進生　1973　PE塑膠網室改進蔬菜栽培　豐年 23(8)：37～38。
2. 台灣省政府農林廳　1958　農業要覽　第一輯　氣象　台灣省政府農林廳編印。
3. 沈再發　1985　設施園藝生產技術、農民淺說 307 A－園藝69　行政院農委會與台灣省政府農林廳合編。
4. 李崇道　1975　PE 塑膠農業應用（增訂再版）5－7　台灣聚合化學品公司編印。
5. 李國鼎　1975　PE 塑膠農業應用（增訂再版）3－4　台灣聚合化學品公司編印。
6. 杜賡甡　1969　利用PE塑膠棚發展外銷花卉事業　台聚簡訊。
7. 洪汝煌、鄭婧　1979　夏季蔬菜覆蓋栽培增加產量、提高品質　台聚簡訊（151）：2－3。
8. 胡承濼　1973　網室蔬菜生產擴大示範計劃總報　台灣農業 9 (2)：7－12。
9. 莊永豐　1978　PE覆蓋提高綠竹筍栽培利益　台聚簡訊 127。
10. 黃敏展　1977　蘭花栽培藝術　自然科學文化公司　台北。
11. 郭孚燿　1985　設施園藝－簡易塑膠布網室精緻蔬菜栽培　台中區農推專訊48期。
12. 陳寶玉　1987　溫室建築與溫室植物生態　五洲出版社　台北。
13. 陳寶玉（譯）　1986　溫室管理　五洲出版社　台北。
14. 内海修一　1984　世界の設施園藝　誠文堂新光社　東京。
15. Edmonds, J. 1983. Container Plant Manual 91–97, 183–184, Grower Books London.
16. El-Aidy, F. 1984. Research on the use of plastic and shade net on the production of some vegetable crops in Egypt. Acta Horticulturae 150: 109–113.
17. Muynck, B. DE., R. Vandevelde and H. Ben Hassine 1984. Influence of different plastic materials on the microclimate and yields of different crops, under Nantes tunnels. Acta Horticulturae 154: 153–163.
18. Simons, A. J. 1967. All about greenhouse. Lowe and Brydone LTD, London.
19. Sirgacohs, M. 1984. Ues of new type of plastic tunnels for vegetable production in Morocco. Acta Horticulturae 154: 93–100.
20. Stanley, J. and A. Toogood 1981. The Modern Nurseryman. p. 22–25. Taber and Faber, London.
21. Tu C. C. SiL Hwang and S. C. Hwang. 1986. The PE-sheet tunnel cultivation of muskmelon. Scientific Meeting Report 11–19, Tainan D.A.I.S..

SUMMARY

For improving the quality of horticultural products and cultivation under mal-environments, protected horticulture is emphasized and properously increased in the last few years in Taiwan. Aspects discussed in this introduction are included: (1) Types of protected structure used in horticulture with comparisons based on their cost and durability. (2) Microclimate condition generated under protected structure and its influence on the growth of plant. (3) The difficulties of protected horticulture at the present situation and the ways need to be approached.

討　論

李金龍（農委會）問：

以設施方式生產蘭花苗相當著名之白雲山莊，據說擬逐漸結束業務，爲什麽？

林學正答：

我個人看法，白雲山莊走的路線都是以生產苗爲主，生產的苗都希望以新品種而獲利的方式，而現在台灣已有很多農民會組織培養。所以以往只有他能做組織培養的方式，就被農民取代，而無法獨霸市場。

李　哖說明：白雲山莊並非眞正從事園藝事業，而是用以做房地產的事業。

王鼎盛（台大）問：

隧道式冬季內溫度是如何測定？

林學正答：

若是在地上的話，是在距地 60 cm的高度，每 5 公尺設一點，然後取平均值。

台灣蔬菜設施栽培之探討與展望

郭孚燿*

The Study and Outlook of the Facility Cultivation on the Production of Vegetables in Taiwan

Fu-Yao Kwo

摘　　要

設施栽培在蔬菜生產上，無論春作或夏作均可促進葉菜類之生長並提高其產量。但對於結球性葉菜類如甘藍及結球白菜，僅能促進其外葉之生長，而阻礙結球，使結球延遲，結球小而不夠緊密，產量降低。但對於耐陰性之結球萵苣則影響較少。在花菜類如青花菜，設施栽培僅促進其營養生長，而使生殖生長延遲，因此其花蕾出現顯著較一般露地栽培慢。在同一時期採收時，其花蕾小而產量低，且較易抽苔開花。對根菜類如蘿蔔，則可促進根部之發育提高產量。在果菜類如小胡瓜、甜椒，冬季設施栽培具有保溫、防寒之效果，可促使植株生長達到產期調節之目的，雨季中則有防雨之效果，避免雨水危害，促進植株生育，並延長採收期，提高產量，且對果實品質促進有顯著之效益。但在高溫期中植株有徒長及生長過於旺盛之情形，甜椒於設施內易發生芽枯病及紅蜘蛛、薊馬危害。小胡瓜於冬季低溫期中或日照不足情形下容易發生氨及硝酸毒害，致使葉黃化。

設施栽培對於病蟲害防治功能並非絕對性的。設施內因氣象因素改變，環境及生態相將隨著產生相對之變化。故在設施內仍有適合其發生之病蟲害存在。但在雨水傳播性病害防治上具有較顯著效果。

一、前　　言

設施園藝溫室栽培技術，是為歐美、日本等高緯度地區國家普遍應用於蔬菜生產上[4]。上述地區國家之自然地理位置，均是在高緯度之溫、寒地區，週年氣溫低，作物生長緩慢而生產不足，故有利用保溫設施栽培，促進生產之必要。如日本關東地區年平均溫為16.4°C，一年當中長達9個月之月平均溫是在20°C以下，因此早在慶長年間（西元1596～1614），即有保溫栽培，促成栽培技術之應用[24]。

近年來由於國民生活水準的提高，對園產品需求量日增，其品質之要求亦日漸提高，尤以蔬

* 台中區農業改良場助理
Assistant of Taichung DAIS

菜乃日常生活副食之必需品。因此如何穩定生產供應及提高其品質及良品率，是政府多年來追求之目標。

台灣地理位置在北緯 21°53′42″ 至 25°17′48″之間，北迴歸線 23.5° 正通過其中，氣候型態屬於亞熱帶及熱帶地區，年平均溫以台中地區而言爲 22.7°C，而全台灣地區全年月平均溫有九個月是在 22°C以上，高溫期長達半年以上，可謂週年氣候溫和，極適於蔬菜生長。但台灣爲一獨立海島，受到海洋性氣候影響很大，雨量極爲充沛，年平均雨量高達 2,580 公厘。尤以夏季陽光強盛，並受西南季候風帶來濕熱洋流之影響，雨量集中，梅雨期長、豪雨及颱風頻繁，造成對農作物生長極不良之環境。故每年 5～10月間爲夏季生產最爲缺乏的時期。秋冬季雖然是生產量較多之時期，但此一時期由於受到東北季風引入大陸性冷高壓氣團南下，因此每年10月過後，即常有不穩定性寒流發生，對作物造成寒害及霜害。因此就整個氣候條件上而言，台灣蔬菜生產環境是極不穩定的(4)。

政府多年來爲因應夏季蔬菜生產所需，實施了多種措施。民國60年間即推廣「高架網室蔬菜栽培」，但仍有諸多技術性問題之存在，經過改進之後，發展出低架紗網覆蓋栽培，應用於葉菜類生產，由於其對於降低夏季強光，降低溫度及減少雨水直接沖刷效果相當良好，十餘年來對夏季蔬菜生產穩定性有極大之貢獻。而此模式在日本琉球群島上，亦被廣泛應用與推廣，稱之爲「べたかけ栽培」(2)。

台灣由於氣候因素之影響，作物栽培上病蟲害較易發生，加以大多數人對於農藥認識之偏差及農民使用知識缺乏，藥物管理上之缺失，使社會上造成「農藥恐懼症」，因此應用塑膠網室來生產「清潔蔬菜」之風一時興起。而如何應用「設施園藝」生產技術之問題方漸受重視。

就設施園藝之定義(24)「控制氣象及栽培條件等環境因素之園藝生產」而言，只要我們能對台灣氣候因素加以探討，而在一正確觀念引導之下，必能發展出我們自己的設施園藝。就蔬菜生產應用上而言，在民國64年間，台中軍功寮地區，即以塑膠布隧道式栽培生產冬季蕹菜，至今已發展10餘公頃，形成一地方性之特色。近年來大型鐵管架簡易防雨設施在花卉如康乃馨、霞草、非洲菊之防雨栽培上效果相當良好，故而大量轉移應用於蔬菜生產上。目前普遍性應用於小葉菜類及冬季綠蘆筍、草莓生產上。瓜類栽培則以洋香瓜隧道式保溫、防雨栽培，實際效益性較高。

二、試驗結果

爲求證在台灣應用設施栽培於蔬菜生產之可行性，筆者曾於民國74年 2 月至11月間進行試驗觀察，以求證其實際效果。

試驗處理分設施栽培及一般露地栽培兩種。設施資材是以½英吋鍍鋅鐵管爲骨架。間口寬5.4公尺，側肩高1.8公尺，中脊高2.5 公尺，長25公尺。屋頂部覆以0.2 m／m透明塑膠布防雨，周邊圍以24目尼龍網。構成一簡易鍍鋅鐵管塑膠布網溫室（ pipe house ）。

種植蔬菜種類分別爲：

小葉菜類：白菜（丸葉山東），莧菜（白莧），芥藍（黃金芥藍）。

結球性葉菜類：甘藍（夏峰一號），結球白菜（太祖），結球萵苣（ S－29 ）。

根菜類：蘿蔔（長岡交配 150 ）。

花菜類：青花菜（綠王）。

果菜類：小胡瓜（喜燕），甜椒（藍星）。

試驗時期，小葉菜類春作及蘿蔔於 2 月10日至 3 月底進行。結球性葉菜類及青花菜於 4 月 2 日至 6 月上旬種植。小葉菜類夏作於 7 月17日至 8 月中旬進行。小胡瓜秋作於 8 月17日播種，試

驗至10月底，冬作於11月23日播種。甜椒春作於75年3月11日定植，冬作於11月20日定植。其試驗調查結果如下述情形：

表一爲小白菜及莧菜春作試驗之結果。小白菜之平均單株重分別爲露地栽培者23.8公克，設施栽培60公克，葉長、葉寬分別爲23.7公分、10.5公分及35.2公分、16公分，葉數爲7.3枚及10枚。植株各性狀均以設施栽培者表現較好，生育較快速。在同一時期採收時其小區產量每6平方公尺分別爲設施栽培18.5公斤，露地栽培14.4公斤。設施栽培較露地栽培增產28.5%。莧菜則設施栽培之植株性狀分別爲單株重16.1公克，株高27.9公分，葉長7.9公分，葉寬7.6公分。小區產量爲4.5公斤。露地栽培則因受低溫及雨水之影響，而發芽率極低，少許萌芽後之植株，生育極緩而無調查價值。兩者間差異極顯著。

表一　春作不同栽培環境對葉菜類植株性狀及產量影響比較

Table 1. Comparison of plant characters and yield of edible herbs at different cultivations in spring

作物別 Plants	項目 Item / 處理 Treatments	株重 plant weight (gm)	株高 plant height (cm)	葉長 leaf length (cm)	葉寬 leaf width (cm)	產量 yield (kg/6m²)
小白菜 Pai-tsai	露地栽培 out land cultivation	23.80	33.20	23.70	10.50	14.40
	設施栽培 facility cultivation	60.00	42.10	35.20	16.00	18.50
莧菜 edible amaranth	露地栽培 out land cultivation	0	0	0	0	0
	設施栽培 facility cultivation	16.60	27.90	7.90	7.60	4.50

表二爲小葉菜類之芥藍、莧菜夏作調查結果。芥藍之植株性狀單株重、株高、葉長、葉寬，設施栽培分別爲21.52公克、34.8公分、10.2公分、11.3公分均較露地栽培之13.96公克、27.3公分、9.8公分、9.07公分有顯著之增加。其小區產量每6平方公尺產量分別爲8.73公斤及6.97公斤。設施栽培較露地栽培增產25.2%。莧菜之植株性狀設施栽培及露地栽培分別爲，單株重16.63公克及6.04公克；株高30.94公分及23.08公分；葉長9.62公分及6.45公分；葉寬8.71公分及5.98公分。均以設施栽培之生育較爲快速。產量每6平方公尺分別爲6.58公斤及5.4公斤，設施栽培較露地栽培增產21.9%。

由上述之結果可知設施栽培無論在春作或夏作對於小葉菜類如：小白菜、芥藍、莧菜均可促進其生長及提高產量[2]。春作外界氣溫在18-22°C之間，而設施內溫度維持在23-27°C，正適合於葉菜類蔬菜生長。尤以莧菜生育適溫在25-32°C之間，溫度低於20°C時即無法發芽[3]。本試驗春作時2月份下雨達14天，3月份10天。莧菜種籽極爲細小，因此露地栽培中，種籽受到雨水沖刷流失嚴重，而使兩種不同栽培環境中之結果差異極顯著。莧菜本身即是一喜愛高溫之作物，在低溫期中無法生長，因此台灣冬季及早春並無莧菜生產[3]。故利用設施栽培技術即可達到產期調節之目的。夏作中設施內因受高溫及低光度之影響作物略有徒長現象，但此種現象對於小葉菜類並無不良影響，反使其組織在外觀上感覺較爲柔嫩，提高其品質。目前本省西螺地區即以紗網覆蓋遮蔭、防雨生產夏季蔬菜[2]。而本試驗所應用之設施具良好之防雨效果，故可逃避雨害，而較一般露地栽培生產穩定，提高產量。

表二　夏作不同栽培環境對葉菜類植株性狀及產量影響比較

Table 2. Comparison of plant characters and yield of edible herbs at different cultivation in summer

作物別 Plants	項目 Item / 處理 Treatments	株重 plant weight (gm)	株高 plant height (cm)	葉長 leaf length (cm)	葉寬 leaf width (cm)	產量 yield (kg／6m²)
芥藍 Chinese kale	露地栽培 outland cultivation	13.96	27.30	9.80	9.07	6.97
	設施栽培 facility cultivation	21.52	34.70	10.20	11.30	8.73
莧菜 edible amaranth	露地栽培 outland cultivation	6.04	23.08	6.45	5.98	5.40
	設施栽培 facility cultivation	16.63	30.74	9.62	8.71	6.58

表三爲各種結球性葉菜類、甘藍、結球白菜、結球萵苣等之試驗結果比較。甘藍之植株性狀露地栽培爲，全株重1496.86公克，外葉數15.38 枚，外葉長31.28公分，外葉寬27.98公分，球重863.75公克；設施栽培分別爲1122.5公克、16.63枚、38.08公分、30.26公分及488.75公克。其中外葉數、葉長、葉寬，設施栽培均較露地栽培增加。反之植株重及球重則較露地栽培小，分別減少了25%及43.4%。結球白菜，露地栽培各性狀分別爲株重1393公克，外葉數10.6枚，外葉長30.5公分，外葉寬21.3公分，球重980公克；設施栽培則株重1008.5公克較露地栽培減少27.6%，球重684.1公克，減少30.2%，其他外葉數、外葉長、外葉寬，分別爲13枚，35.4公分及26.4公分，均較露地栽培增加。結球萵苣，露地栽培，株重574.5公克，外葉數14.8枚，外葉長20.16公分，外葉寬20.74公分，球重355.0公克；設施栽培分別爲613.0公克，11.9枚，24.13公分，22.17公分及400.8公克，除葉數有較露地栽培減少外，其餘均增加，但差異不顯著。

表三　春作不同栽培環境對結球性葉菜類植株性狀及產量影響比較

Table 3. Comparison of plant characters on head vegetables at different cultivation

作物別 Plants	項目 Item / 處理 Treatments	全株重 Plant weight (gm)	外葉數 leaf no.	外葉長 leaf length (cm)	外葉寬 leaf width (cm)	球重 head weight (gm)
甘藍 Cabbage	露地栽培 outland cultivation	1496.86	15.38	31.28	27.98	863.75
	設施栽培 facility cultivation	1122.50	16.63	38.08	30.26	488.75
結球白菜 Chinese cabbage	露地栽培 outland cultivation	1393.00	10.60	30.50	21.30	980.00
	設施栽培 facility cultivation	1008.50	13.00	35.40	26.40	684.10
結球萵苣 Head lettuce	露地栽培 outland cultivation	574.50	14.80	20.16	20.74	355.00
	設施栽培 facility cultivation	613.00	11.90	24.13	22.17	400.80

對結球性葉菜類，設施栽培效果並不理想，會造成減產，如表三。加藤（1964）在結球白菜遮蔭處理試驗中指出遮蔭使植株生育不良結球小。因遮蔭處理會促使外側葉增長而使內側葉變小，因此結球不良[22][25]。

溫度與結球亦有相當之關係。高溫可促使外葉之葉長、葉寬增加，但內側葉則會變小，因此長期處於高溫下結球會延遲而結球不良。加藤認爲結球白菜初期生育需高溫促進外葉生長，但末期則須低溫促進結球[22][23]。

在試驗當中，設施栽培塑膠布之透光度僅有85％，且設施內溫度偏高。因此在結球葉菜類栽培中，顯見只有外葉之生長，而植株呈披開型，延遲結球，球小，產量降低。但其中以結球萵苣爲耐陰性作物，故在試驗中影響並不很大且結球良好[15][21]。

表四爲蘿蔔春作結果比較。露地栽培根重355.4公克，根長21.8公分，根徑5.7公分，地上部葉重291.1公克，葉長34.59公分，葉寬13.2公分。設施栽培分別爲620公克、27.15公分、6.8公分、374.6公克、42.8公分、15.8公分。設施栽培之根重、根長、根徑分別較露地栽培增加74.4％、24.5％及18.5％，均呈顯著差異。小區產量分別爲露地栽培7.75公斤，設施栽培12.5公斤，可增產61.3％。

表四　不同栽培環境對蘿蔔植株性狀及產量影響比較

Table 4. Comparison of plant characters and yield of radish at different cultivations

項目 Item / 處理 Treatments	根重 root weight (gm)	根長 root length (cm)	根徑 root diameter (cm)	葉重 leaf weight (gm)	葉長 leaf length (cm)	葉寬 leaf width (cm)	產量 yield (kg／6㎡)
露地栽培 out-land cultivation	355.40	21.80	5.70	291.10	34.59	13.80	7.75
設施栽培 facility cultivation	620.00	27.15	6.80	374.60	42.80	15.80	12.50

蘿蔔根部之發育與氣溫及地上部之生育均有密切關係。齊藤指出蘿蔔胚軸初生皮層破裂之後，本身根部開始發育時，受氣象因素影響很大。岩間認爲根部最適生長溫度爲17-23° C。本多則認爲根菜之根重與地上部生育有正相關性，而根部之生長在生育初期，只作直的伸長生長，髓部之發育量很少；但在後期約播種後20-60日間，地上部急速增長同時，根亦加速橫向生長肥大。在摘葉處理中，根重會相對減少[15][17][25][33]。本試驗中，設施栽培因溫度提高，促進地上部之生長，同時亦促使根部發育增快。因此設施栽培之根長、根徑、根重，均較露地栽培增加。

表五爲青花菜在不同栽培環境中性狀比較。露地栽培株高爲44.5公分，株重1697.5公克，葉數13.84枚，葉長47.50公分，葉寬22.65公分，莖粗4.38公分，花球重47.17公克。在設施栽培中之結果分別爲52.2公分、1442.5公克、18枚、54.80公分、24.30公分、3.79公分及220.0公克。由上述結果可知青花菜在設施栽培中，花蕾較露地栽培小。花球重平均減少53.4％。植株莖亦較細小，約減少12.5％。然而其他植株性狀反較露地栽培好，植株顯得高大，生育快，葉數亦較多且葉亦較大。但以青花菜栽培之目的而言，設施栽培之花蕾大小及重量，均比露地栽培小，因而減產。

表五 不同栽培環境對青花菜植株性狀及產量影響比較

Table 5. Comparison of plant charactcrs of broccoli at different cultivations

處理 Treat-ments \ 項目 Item	株高 plant height (cm)	株重 plant weight (gm)	葉數 leaf no.	葉長 leaf length (cm)	葉寬 leaf width (cm)	莖粗 stem diameter (cm)	花重 flower weight (gm)
露地栽培 outland cultivation	44.50	1697.50	13.84	47.50	22.65	4.38	471.70
設施栽培 facility cultivation	52.20	1442.50	18.00	54.80	24.30	3.79	220.00

青花菜是屬綠植物低溫感應型作物[15][25]，一般依品種特性之不同其花芽分化溫度亦不同，以早生種De Cicco 爲例，平均溫度須在 22°C以下 3 星期才有花芽分化。中生種之Medium E 平均溫度 17° C以下 4 星期才能花芽分化；晚生種則須更低之溫度。因此高溫將會抑制花芽分化而使花蕾出現延遲。生育期中如溫度超過 30°C 則花蕾品質不良，而有抽苔、開花之現象[7][25]。

本試驗中 4～5 月間，設施內最低溫均在 20°C以上，而高溫達 28～37.6°C，因此在設施內僅做植株之營養生長，而延遲生殖生長，致花芽分化延遲，花蕾出現較晚，在同時期採收比較，花蕾小而產量低。

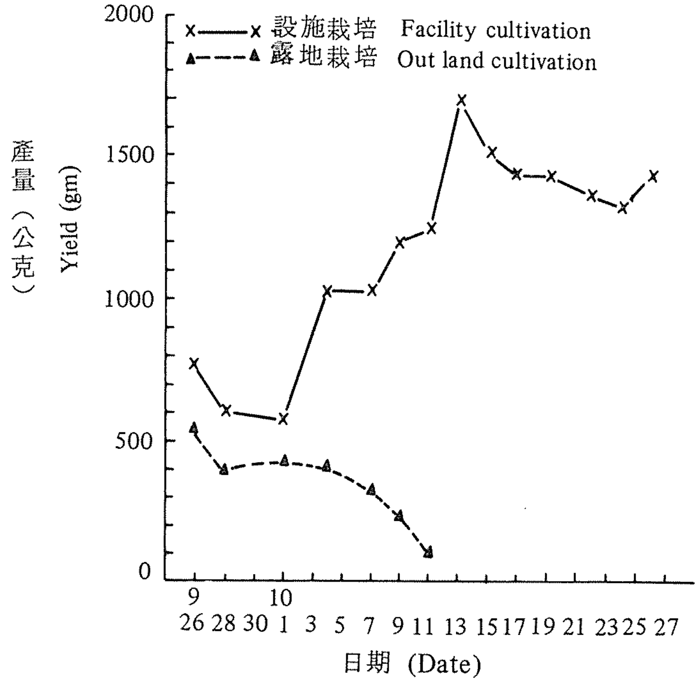
表六爲不同栽培環境中對小胡瓜植株生育影響調查結果。試驗於 8 月17日播種後，經 9 月11日及17日兩次調查。在設施栽培中，無論株高、葉數、節間長、葉大小均較露地栽培生育快，生長速率大。設施栽培中一星期中株高增加有 73.31 公分，露地栽培增加僅37.57 公分。節數則分別增加 6.9 節及 5.7 節。均有顯著差異。

圖一及圖二分別爲小胡瓜不同栽培環境中，小區產量及平均單果重之比較。在試驗時期中，遇到一次颱風及幾次豪雨的影響，露地栽培之植株生育受到相當大之影響，其植株因風、雨及病蟲害影響，生育相當衰弱，故產量至末期逐漸減少且採收時期短。設施內則到末期植株生育旺盛，而產量逐漸提高且採收期可延長。在果實品質上，單果平均重量，由圖二中可知設施內單果平

表六 不同栽培環境對小胡瓜植株生育影響比較

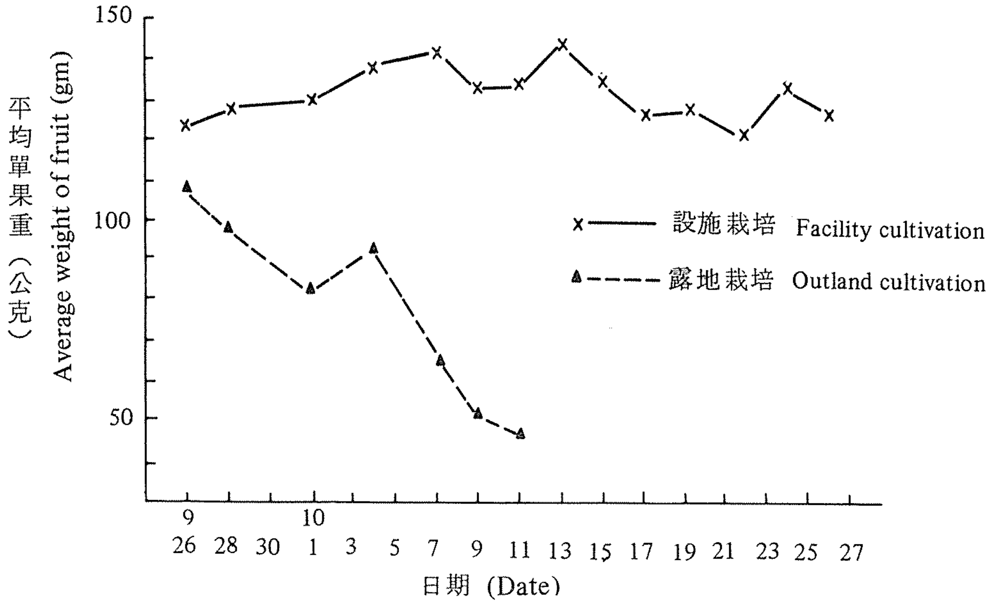
Table 6. Comparison of plant growth of cucumber at different cultivations

處理別 Treatments	日期 Day \ 項目 Item	株高 plant height (cm)	葉數 leaf no.	節數 node no.	節間長 node length (cm)	葉長 node length (cm)	葉寬 leaf width (cm)
露地栽培 outland cultivation	9/11	19.83	5.70	4.90	4.45	13.61	13.51
	9/17	57.40	10.60	10.60	4.56	15.42	15.42
設施栽培 facility cultivation	9/11	52.69	7.70	7.70	9.36	19.32	19.25
	9/17	12.60	14.60	14.60	10.80	20.72	19.96



圖一 不同栽培環境小胡瓜小區產量比較

Fig. 1. Comparison of yield of cucumber at different cultivation.



圖二 不同栽培環境小胡瓜平均單果重比較

Fig. 2. Comparison of average weight of cucumber fruit at different cultivation.

均重在採收期之初期、末期均能維持較平均之大小而品質較爲一致。露地栽培則越至末期果實漸小，品質越差。

依據觀察得知，設施栽培內果實之外觀因果粉保持較爲完整，且蟲害、病害少，而使外觀較爲整齊美觀。反之露地栽培果實因瓜實蠅，病害如毒素病及雨水等之影響，果粉脫落，畸型果等發生多，而使品質變爲較低劣。吉弘昌昭在胡瓜防雨栽培中亦得到下述之結論，設施防雨栽培可較露地栽培延長收穫期，且產量提高三倍以上(9)(11)(23)。同時可較露地栽培，減少病蟲害，彎曲畸型果減少，使品質提高，同時能減少農藥使用次數。在栽培管理上如整枝、摘葉等亦不受天候之影響能適時進行(11)(12)(16)(33)。

表七爲冬季栽培小胡瓜生育比較，試驗調查分別於75年1月13日及1月27日調查。在二星期中露地栽培者其株高僅增加5.05公分，葉數增加0.5枚，節數增加1.2節。設施栽培株高則增加60.17公分，葉數增加8枚，節數增加8.3節。兩者差異極顯著。其葉幅之擴展分別爲露地栽培葉長2.86公分，葉寬3.38公分。設施栽培葉長增加6.52公分，葉寬增加6.59公分。以設施栽培葉幅擴展較大。

表七　小胡瓜冬季栽培植株生育比較

Table 7. Comparison of plant growth of cucumber at different cultivation in winter

處理別 Treatments	項目 Item / 日期 Day	株高 plant height (cm)	葉數 leaf no.	節數 node no.	節間長 node length (cm)	葉長 leaf length (cm)	葉寬 leaf width (cm)
露地栽培 outland cultivation	1/13	8.64	3.70	3.00	2.74	9.26	8.93
	1/27	13.69	4.20	4.20	3.31	12.12	12.31
設施栽培 facility cultivation	1/13	37.45	6.30	5.80	4.77	16.12	15.98
	1/27	97.62	14.30	14.10	8.37	22.64	22.57

其兩種不同栽培環境之所以有差異，主要是因爲設施栽培塑膠布室在冬季中具有保溫性作用(9)(11)(29)(30)(31)(32)(35)。根據調查顯示設施內溫度一般大致可維持在18～25°C之間。而胡瓜之生育在−2～0°C時會凍死，且對霜害之抵抗力弱，在10～12°C時生育即停止(6)(9)(11)(30)(31)(32)。爲一好溫暖氣候之作物。故台灣冬季栽培僅在南部恒春半島上有所生產，中部或北部均因氣溫過低無法生產，尤以在寒流發生之時期，會發生嚴重寒害凍死(6)。本研究中冬季利用塑膠布栽培小胡瓜仍有豐富的產量可收成。

但就整個塑膠布室小胡瓜設施栽培來探討目前尙有許多困難及問題存在。在春、夏、秋三季栽培中，由於設施內高溫之影響，使植株生育過於旺盛，管理不易，甚或造成徒長現象及高溫障礙情形發生(8)(9)(11)(26)。胡瓜之光合作用最適溫度爲25～32°C，35°C則爲其同化作用與呼吸作用平衡之一極限(9)(19)(32)，而一般溫度在30°C以上時，莖葉生長不良，果實亦容易發生畸型果(8)(26)(28)，大熊昭祐更強調地溫與氣溫之平衡。尤以胡瓜生育對地溫亦相當敏感。地溫在12°C以下時

根部生育卽停止，至少地溫須在15° C。而以20～23° C爲最適溫度。一般地氣溫相差在5° C爲最適當(9)(11)(29)(30)。

在冬季栽培中，由於台灣地區本身爲短日照地區，且若遇陰雨，很易造成硝酸或氨毒害情形如圖三。這在溫室栽培中一般被稱之爲氣體障害(17)(24)。在多數的研究中均認爲由於溫室內氮素肥料多量施肥，且由於土壤微生物之作用，使土壤中發生多量之氨或亞硝酸氣體，揮發到溫室內產生毒害(24)(38)(39)(40)。但在筆者實驗觀察中，並未能支持其毒害是由土壤發生氨或亞硝酸氣體致成傷害。主要因實驗中所採用之溫室結構爲半開放性構造，當不致氣體蓄積、通排氣不良情形。且發生時期均在陰雨之後。青葉高認爲胡瓜在遮光達四分之一時，其同化作用量將減少13.7％(32)。矢澤及並木之硏究中證實光強度與植體內硝酸態氮含量有絕對關係，在遮光情形下會促使植體內硝酸態氮含量激增(36)。故筆者推論，在本實驗中發生傷害之情形，可能是高地溫中，根部活動旺盛，吸收多量之肥料，在陰雨光線不足及低氣溫時，由於光合作用速率減低，致氮素源轉化阻礙而形成硝酸，亞硝酸或氨等在體內蓄積，形成毒害。有關之情形，有待進一步實驗證明。

圖三

表八爲甜椒夏季不同栽培環境中產量比較。由表中可知在初期產量5月1日及8日之收穫，以設施內產量顯著較露地栽培者增加，但往後之產量則相反以露地栽培者收穫量較高。收穫之果實個數亦呈相同之情形。平均果重除第一次之收穫外，均以露地栽培者單果重較重。就其植株生育觀察，設施內由於高溫多濕，植株顯著有徒長現象，葉呈披針形、葉柄長、節間顯著增長，且末期在高溫情形之下芽枯病及紅蜘蛛、薊馬危害相當嚴重，而使產量較露地栽培者顯著降低。但露地栽培者在6月份以後之雨季及高溫氣候下生育情形亦不甚良好，故兩者之收穫期均相當短促。其主要之影響爲過高之氣溫(1)(5)(10)(18)(26)。

表九爲甜椒冬季不同栽培環境產量之比較，由表中可知冬季設施栽培有促進其產量之功效。從初期1月12日開始收穫至4月2日，設施栽培無論其產量、收穫果實個數或平均果重均較露地栽培者有顯著性之差異。設施栽培產量隨其植株生育呈持續之增加，平均果重在140公克至160公克之間。而露地栽培者在初期產量則相當低下，其無論植株生育或果實發育均相當緩慢，需每

間隔一星期才能收穫一次，而設施栽培者則每一星期均能收穫一次。且露地栽培者平均果重僅在 100 ～ 120 公克之間。其果實大小顯著較設施栽培者小，且外觀上較爲粗糙，果色較墨綠，並花青素形成較早，時有成熟帶紅色之果實出現。在總產量上設施栽培者爲 569.3 公斤，露地栽培爲 156.4 公斤。設施栽培較露地栽培增產 412.9 公斤，增加率爲 264 %。

表八　夏季不同栽培環境對甜椒產量之比較 (面積 1.2 × 20 × 2 平方公尺)

Table 8. Comparison of yield of sweet pepper at different cultivation in summer (area = $1.2 \times 20 \times 2\ m^2$)

處理別 Treatmen-ts	項目 Item \ 收穫日期 Date of harvest	75年 5／1	5／8	5／19	5／26	6/2
設施栽培 facility cultivation	產量 yield (kg)	14.8	15.6	30.7	27.3	32.0
	個數 NO. of fruits	111	120	246.0	202	238
	平均果重 average weight of fruit (gm)	106.2	130.0	125.0	135.0	134.0
露地栽培 outland cultivation	產量 yield (kg)	1.7	12.7	38.0	38.3	36.1
	個數 NO. of fruits	20	84	268	261	249
	平均果重 average weight of fruit (gm)	88.6	150.8	142.1	146.7	144.9

表九　冬季不同栽培環境甜椒產量之比較 (面積 1.2 × 20 × 3 平方公尺)

Table 9. Comharison of yield of sweet pepper at different cultivation in winter. (area = $1.2 \times 20 \times 3\ m^2$)

處理別 Treatements	項目 Item \ 收穫日期 Date of harvest	76年 1/12	1/21	1/26	2/4	2/10	2/16	2/23	3/3	3/9	3/17	3/25	4/2
設施栽培 facicity cultivation	產量 yield (kg)	13.8	9.6	19.0	23.4	33.9	42.6	70.7	77.7	67.7	87.7	64.4	58.8
	個數 NO. of fruits	84	59	137	172	234	265	436	491	463	555	436	404
	平均果重 average weight of fruit (gm)	164.2	163.9	138.7	136.5	145.0	160.7	162.2	158.2	146.2	158.1	147.7	145.5
露地栽培 out land cultivation	產量 yield (kg)	4.2	0	0	7.1	0	20.4	0	32.2	0	29.4	28.8	34.3
	個數 NO. of fruits	46	0	0	70	0	172	0	2.65	0	235	215	284
	平均果重 average weight of fruit (gm)	91.8	0	0	102.3	0	118.8	0	121.5	0	125.1	133.9	120.7

甜椒和其他茄科作物一樣都是須要高溫之作物[15][18]，因此在溫寒帶地區栽培都須應用溫室，甚至還須加溫。其種子發芽適溫爲30～35°C，發育適溫爲25°C，在15°C以下時發育停止，且不易受精而有單偽結果情形。同時溫度與側枝之發生亦有密切之關係[10][18]。

甜椒花芽分化爲營養支配型，只要植株生育旺盛即可促進花芽分化[15][18][37][41]。其他條件以溫度影響最大，日照日長、土壤水分、肥料、密度亦都有影響。溫度則以葉部同化作用最適溫度27～28°C時最佳[18]。授粉、著果與溫度亦有絕對之關係，在21～27°C中著果良好，低溫時花葯開裂不佳，影響授粉，最低溫最好能維持在16°C以上。高溫32°C以上著果不良[18][20][26][42]。

由上述因素可瞭解台灣甜椒產期及產區之分佈。冬季仰賴南部恒春半島之自然高溫可生產，夏季則仰賴高冷地生產。平地一般只有春、秋作，產期短[1][5]，如欲提早或延後產期，則須應用遮蔭方式以降低溫度，甜椒在茄科作物中屬較耐陰性作物，遮光達½時，產量雖減少但不明顯。本研究中認爲應用簡易之設施冬季或秋作中保溫及夏初簡易遮陰降溫，在台灣則可行週年性，長期收穫栽培。

表十及表十一爲不同栽培環境中各種蔬菜病蟲害發生情形調查。

軟腐病之發生不論甘藍或結球白菜，均以設施栽培內發生較爲嚴重，其感染率分別爲24.6%及33.7%，而露地栽培則分別爲7.2%及13.2%。此可能與設施內高溫多濕通風不良有相當之關係。露菌病之發生則反而以露地栽培發生較多。此與露菌病是經由雨水飛濺傳播有關。蟲害方面，十字花科發生較多之小菜蛾，在兩種栽培環境中並無顯著差異，一樣發生相當嚴重。小葉菜類中小白菜最易發生之黃條葉蚤亦無顯著差異。但粉白蝶則無論在小白菜、莧菜或甘藍、結球白菜中，均以露地栽培發生較多，而設施內則發生較爲輕微。

表十　不同栽培環境中結球性葉菜類病蟲害發生情形比較。（被害率%）

Table 10. Investigation of diseases and pests infection at different cultivations on head vegetables (infection %)

作物別 Crops	項目 Item / 處理 Treatment	軟腐病 Soft rot (%)	露菌病 Downy mildew (%)	小菜蛾 Diamond-back moth(%)	粉白蝶 Cabbage worm (%)
甘藍 cabbage	露地栽培 outland cultivation	7.2 a	56.2 a	66.1 a	34.6 a
	設施栽培 facility cultivation	24.6 b	11.7 b	53.4 b	5.4 b
結球白菜 Chinese cabbage	露地栽培 outland cultivation	13.2 a	83.1 a	44.8 a	43.5 a
	設施栽培 facility cultivation	33.7 b	13.2 b	36.3 b	7.3 b

※表中英文字母相同者表示未達5%顯著水準。

Value in each colum followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

表十一　不同栽培環境中葉菜類蟲害發生情形比較

Table 11. Investigation of pests infection at different cultivations on edible herbs infection(%)

作物別 Crops	項目 Item / 處理 Trertment	黃條葉蚤 Turnip flea beetle (%)	粉白蝶 Cabbage worm (%)
小白菜 Pai-tsai	露地栽培 outland cultivation	8.36 a	20.1 a
	設施栽培 facility cultivation	75.2 a	8.2 b
莧菜 edible amaranth	露地栽培 outland cultivation	／	27.5 a
	設施栽培 facility cultivation	／	1.4 b

※表中英文字母相同者表示未達5%顯著水準。

Value in each colum followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

設施栽培對於病蟲害的防治效果是目前最受到國人所誤解的一環。民國60年間即以推動高架網室栽培蔬菜，企圖以隔離的方式來生產不使用農藥的清潔蔬菜。事實上以整個生態學觀念而言，設施內因氣象等環境因素之改變，隨著亦會造成生態及生物相的改變，因此並未能絕對性防止病蟲害在設施環境內發生。而隔離的效果對於空氣傳播的病原菌及土壤寄生性病蟲害，並未完全阻絕 [4][13][17][27][34]。

由上述表十及表十一之調查中，可發現無論設施栽培或露地栽培病蟲害都同樣會發生，只是程度上之差異而已，且設施內並未絕對性較露地栽培發生少。如軟腐病則以設施內發生較為嚴重；而黃條葉蚤、小菜蛾之危害兩者之間並無差異。事實上病原菌、害蟲亦因其種類之不同而各有其適於發生、存在、傳播之條件。

三、結　　語

由上述諸項結論中可知，設施園藝之發展是有其特殊的自然氣候條件。其定義即是「控制氣象條件及栽培條件等環境因素之園藝生產」[17][24]。其主要目的是藉人為附加設施來達到不時栽培。再者現今因自動控制技術的開發，可借以節省勞力，並利用高度技術，集約性栽培來提高單位面積之產量及產值。因此本省在發展設施園藝上是應就本省之自然氣候風土條件，加以考慮研訂發展方針。其應有之目標為：

1.穩定生產環境

由本省自然氣候環境上可了解，本省夏季正好處於梅雨、豪雨及颱風季節裏對作物生長影響很大，因此在研究上應針對如何來逃避雨害、風害之防雨防風設施。在日本之研究中對於雨水傳播性病害，如番茄疫病、斑點細菌病、菠菜立枯病、露菌病；瓜類露菌病、疫病等均具良好防治效果，在生產上可給予相當之穩定性效果 [12][16][33]。台灣冬季則有寒流及降霜情形發生，因此如何應用簡易之保溫設施來克服寒害、霜害是必須研究與探討的。並且冬季保溫栽培更具有調節產期之功效[4]。筆者在民國64～65年間即輔導台中軍功寮地區以隧道式塑膠棚生產冬季蕹菜，至今10年間已發展10餘公頃，形成一地方特色。

2.提高單位面積產量

由於社會環境及經濟結構之變遷，農業可耕面積逐漸減少，尤以園藝作物更需以狹小之土地面積，做集約性栽培。因此如何應用設施栽培技術在有限土地面積中，提高其生產力及產值，是我們所必須重視及研究的方向(4)(15)(17)(24)。在日本之研究當中，設施栽培對於番茄、胡瓜、豌豆、毛豆、蘿蔔、生菜、菠菜及小松菜（コマツナ　），均有提高其產量之效果(33)。但過去台灣推展高架網室栽培及現今北部地區所發展之設施栽培在葉菜類上却有減產之現象，實值探討其原因，並加以改進。

3.節省勞力

設施栽培技術着重於環境之控制，因此在環境穩定及自動管理技術配合下，實可節省許多管理上勞力之投資。如在合理的施肥、灌溉、病蟲害管理及土壤保護技術建立之下，應可節省一般管理上所需之成本及勞力。

4.提高品質

一個園產品之品質，並不只在於其有無農藥殘毒而已。事實上尚包括有外觀、風味及內含物品質等諸多問題存在。日本之研究中設施防雨栽培，對於蕃茄之防止裂果；胡瓜、甜椒、蕃茄防止日燒果及畸型果均具相當功效。可提高其優良品質率(4)(11)(12)(16)(33)。葉菜類如菠菜更可防止葉部因雨水之損壞及泥土飛濺污染，使外觀整齊美觀，色澤誘人，而提高其商品價值。

四、今後在設施園藝上必要之技術開發

1.設施內高溫問題之克服

台灣因自然地理及氣候因素之存在，在設施栽培中，必然會發生高溫障礙問題。設施內因空氣較不流通，熱擴散係數小，入射熱擴散慢，蒸發量少易引起高溫現象(4)(12)(15)(16)(17)(24)(33)，設施內在高溫期中較外界高 6～10°C 左右；最低溫時亦增加有 2～3°C 。而台灣夏天雨季中，高溫亦是作物生長之一大障礙，在附加防雨設施之後，更將容易遭到高溫障礙問題(11)(26)。因此如何降低設施內溫度，是必須加以研究探討的。克服的方法首要是在於開設天窗、側窗等及加強其通風通氣設備，另外則可用其他降溫設施諸如遮蔭、水簾、水幕等方式予以降低設施內溫度。在栽培技術之克服上應予考慮耐高溫性品種之選擇(12)(15)(17)(24)。

2.濕度問題之克服

設施內由於通風不良，相對濕度會提高(15)(17)(24)，尤以在台灣高濕度之氣候環境下會更嚴重，如冬季多霧時期，設施內塑膠布結露現象之發生，除造成濕度增加引起濕害外，更會降低其透光度而影響作物生長。此問題之克服，在於如何加強設施內空氣之對流性，及減少不必要水份蒸散到設施空間內。諸如通氣設備及畦面塑膠布敷蓋及灌溉方法之改進，均有助於改善濕度過高之問題。

3.重視病蟲害管理問題

設施內絕對無病蟲害發生或可減輕其發生，對於作物無須予以管理是一錯誤之觀念。設施內氣象等環境因素之改變，其生態及生物相亦會隨之改變(4)。故在設施內亦有適於其生存及發生之病蟲害存在。

松尾綾男(27)等指出設施內高溫多濕，光線不足作物易於徒長，生育軟弱，是病原菌繁殖及侵入的最好條件。露地栽培所種植之作物具有季節性，病原菌會隨寄主之消長而消長。設施內因作物栽培無季節性，栽培密度提高，病原菌亦隨寄主之增加而生存機會增大。因此設施內因管理的

疏忽，而一時嚴重危害造成全面栽培失敗是常見的。

過去大家一直認爲無土栽培之水耕法，可以克服許多土壤傳播性病害之發生。但從手塚[13,34]之研究中可知一些病原菌諸如引起番茄根腐病之 Pythium 屬，疫病之 Phytophthora 屬，萎凋病之 Fusarium ，青枯病之 Pseudomonas ，毒素病之 TMV 及瓜類疫病之Phytophthora melonis，立枯病之Pythium ultimum，蔓割病之Fusarium oxysporum及蔓枯病之Mycospharella melonis，均極容易在水耕栽培中發生。而水耕中之養液對病原菌而言，是爲均質性之生存環境。因此一般在受到汚染之後，病原菌則可在較土耕栽培低密度之菌落數情況下在短時間內引致病害發生。

事實上病原菌可藉由下列諸途徑介入設施栽培環境中[13,27,34]。

(1)種苗傳染：由帶菌之種子或苗木直接導入。雖然其汚染率較低，但如未注意防患，亦將形成全面性發病之汚染源。

(2)從設施之裝置、器具、操作器械傳染：設施之裝置諸如植鉢、支柱及整枝、修剪或耕作器械所附著之病菌傳染漫延。特別是前作中有病害發生時，這些設施裝置、器具要全面消毒是相當困難的。

(3)從土壤及空氣中傳染：土壤存在性之病原菌及空氣中散播之病原菌是最大之傳染原，而這些傳染原是無法完全阻絕的。

(4)灌漑水中傳染：一些需借水傳播之病原菌如Phytophthora 屬，Pythium屬，Fusarium 屬，Phizoctonia 屬等，均會經由灌漑水之汚染而導入傳播。

(5)經由管理者之手足、衣物等傳染：無論設施栽培再如何發展到自動控制系統上，一個作物之管理還是脫離不了人，如整枝、摘芽、收穫等，由於個人之缺乏衛生知識，往往會將病原菌予以導入設施環境中。

設施栽培病害防除方法可借下列圖解途徑做爲參考[27]。

- 防除方法
  - 耕種的防除方法
    - 耐病品種及接木
    - 湛水及輪作
    - 無病菌種苗之利用
    - 栽培管理
    - 環境衛生
  - 物理、化學的方法
    - 種苗消毒
    - 土壤消毒
    - 資材消毒
    - 地上部病害防除

山口[27]認爲設施栽培除非完全處於一密閉環境中，否則蟲害問題依然存在，亦有特殊而適於在設施環境中發生之害蟲。設施對於作物提供了保護作用，無形中也提供了害蟲適當之生存環境，使其能較在自然界中世代增加，而週年性發生。諸如一些蟲口分佈量會因雨水、強風影響而有顯著消長者，會因設施提供了保護環境而更易於生存。而在隔絕環境中，一樣阻止了天敵的進入，因此如果一但有害蟲侵入，則會造成嚴重性危害及永續危害。設施內高度的精耕及專一性栽

培亦是提供害蟲特殊生存條件。一般在設施內易發生之害蟲以對環境適應性高、雜食性、不具休眠性、繁殖世代多之害蟲較多。

設施內易發生之害蟲有蚜蟲、蟎類、線蟲、介殼蟲、蛾類如番茄夜蛾、小菜蛾及薊馬等。而其防治方法除化學藥劑散佈、燻蒸、或物理之高溫消毒、湛水、或利用光選擇性之被覆，敷蓋材料之應用予以趨避外，並無特殊良好之防治途徑。

4.土壤連作傷害之問題

連作問題在一般作物栽培中均會發生，但在設施栽培中因栽培因素之變遷將更嚴重。因設施內高度利用及作物單純化且無雨水之淋洗作用。易使土壤形成塩化、物理性劣化及土壤微生物相破壞，致對作物產生不良影響，而形成連作傷害(14)(15)(36)。其改善方法可以耕作方法如輪作、施肥合理化、土壤改良劑應用、有機質施用或物理方法換土、深耕、湛水等加以改善。

5.作物栽培制度之確立

台灣設施栽培只是在於啓蒙階段，設施內因環境及氣象條件改變，作物生育亦產生相當之變化。因此如何使作物管理合理化，是目前我們必須加強研究開發者。由前述之試驗結果中，可知並非每一種作物均適合設施栽培，而有些作物在台灣自然氣候條件下生長本已非常良好更無須浪費高成本之投資盲目追求時尙。尤以部份人士將設施園藝與「清潔蔬菜」、「無農藥汚染」混爲一談，更是令人不可思議。因爲一產品之安全性問題，只是在於將之轉變商品時如何做好品質管制而已，而與其如何生產並無絕對性關連(4)。

故作物栽培密度、肥培管理合理化、水份管理合理化、作物適度之選擇。而使其能以最低之投資而獲得最大利潤，以提高產值。

6.成本問題及資材改進

設施栽培本已是一高資本之投資，尤以在國內多數資材須仰賴進口之下更形昂貴，因此如何使成本結構合理化及開發必須之農用資材，更有賴有關單位之協調與合作。

參考文獻

1.邱阿昌　1980　甜椒、辣椒　專業栽培蔬菜30種　豐年叢書 752～3　p. 144～151。

2.洪汝煌、鄭婧　1979　夏季蔬菜覆蓋栽培增加產量提高品質　台聚簡訊　148：34～35。

3.黃白琪　1980　莧菜　台灣農家要覽(上)蔬菜篇　p. 941。

4.郭孚燿　1985　設施園藝簡易塑膠布網溫室精緻蔬菜栽培　台中農推專訊 48 號。

5.張武男　1980　甜椒、辣椒　台灣農家要覽(上)蔬菜篇　p. 1018～1021。

6.廖芳心　1980　黃瓜　台灣農家要覽(上)蔬菜篇　p. 971～973。

7.廖公酓　1980　青花菜　台灣農家要覽(上)蔬菜篇　p. 968～970。

8.士岐知久　1970　設施栽培における適環境の生理的研究（第一報）キユウリの栽培溫度の解析　千葉農試研報 10:62～72。

9.士岐知久　1984　キユウリのブルーム果、尻太果對策はこうして　農業技術研究　38(8)：44～47.。

10.土野善和　1971　ピーマンのハウス栽培における温度管理　農及園 46:762～766。
11.大熊昭祐　1978　キュウリのハウス栽培一長期秀品多收の技術　農山漁村文化協會。
12.小沢行雄　1983　野菜の雨よけ栽培の現狀と問題點　野菜試驗場施設栽培部研究資料第3號　pp.45。
13.手塚信夫　1984　養液栽培における病害と對策　農業技術研究 38(11):27～29。
14.小田雅行、鈴木則夫、鈴木義彥、志林清　1985　有機物施用における施設野菜の塩類高濃度障害對策　野菜試驗場報告A～13:21～32。
15.內海修一　1978　環境と作物の生理　博友社。
16.田中和夫　1983　簡易被覆雨よけ栽培の現狀と問題點　北陸東海近畿野菜試驗成績概要附屬資料 9:10～23　野菜試驗場編。
17.加藤徹　1963　發育經過からみたレタスの栽培技術　農耕及園藝 38:1845～1858。
18.加藤徹　1964　ハクサイの結球現象に關する研究(II)葉形よりたる結球現象　高知大學報　自然科學 195～204。
19.加藤徹　1964　ハクサイの結球現象に關する研究(II)結球の早晚性に關する生理學的研究　高知大學報　自然科學 II　205～210。
20.加藤徹　1982　ピーマン　農業技術大系野菜篇(5)　農山漁村文化協會。
21.加藤徹　1983　施設野菜の栽培　施設園藝學　p.149～182　朝倉書局。
22.加藤徹、安岡謙一　1967　ハウスキュウリの同化作用に關する基礎的研究　園藝學會秋季大會發表要旨　202～203。
23.加藤徹、田中守敏　1971　ピーマンの結實肥大に關るす研究(第1報)著果習性について　園學雜 40:359～366。
24.宗野重德　1973　施設內の栽培　施設園藝の基礎技術　p.253～312　誠文堂新光社。
25.杉山直儀　1967　野菜發育生理と栽培技術　誠文堂新光社。
26.杉山直儀、高橋和彥、岩堀修一　1962　果菜類の高溫障害　園學雜31(2):141～145。
27.松尾綾男、山口福男　1973　病蟲害防除　施設園藝の基礎技術　p.360～408　誠文堂新光社。
28.板木利隆、比企正治　1956　胡瓜不整形果の發現について(第1報)栽培條件不整形果の發現狀態　神奈川農試園藝分場研報 4:72～78。
29.板木利隆、金目武男　1971　施設栽培における地氣溫條件がキュウリの生育,收量に及ぼす影響　神奈川園研報 19:67～75。
30.岡迫義孝　1970　キュウリ加溫栽培における溫度管理　農及園 45(12):1826～1830。
31.高山覺者　1972　キュウリ一その栽培と經營　農業圖書。
32.青葉 高　1982　キュウリ　農業技術大系野菜篇(1)　農山漁村文化協會。
33.清田 勇　1980　野菜の被覆資材と新技術　野菜園藝技術 7 (13) pp. 262。
34.澤井 毅　1984　養液栽培の現狀と問題點　養液栽培プロジエクト報告書 pp.91　靜岡縣
35.藤枝國光　1973　キュウリ栽培全書　農業圖書。
36.矢澤進、田中寬幸、並木隆和 1986　光の強さと'丸葉コマツナ'の生體內硝酸態窒素の蓄積　京都府立大學學術報告　農學 38:1～6。
37.柴崎臣　1966　ピーマンの生育ならびに開花、結實に關する研究　三重農試研報 1:78～82。

38. Kim, C. M. 1973. Influence of vegetation types on the intensity of ammonia and nitrogen dioxide liberation from soil. Soil Biol. Biochem. Vol. 5. pp. 163–166.
39. Kubota, M. and T. Asami. 1985. Volatilization of nitrous acid from upland soils. Soil Sci. Plant Nutr. 31(1): 27–34.
40. Kubota, M. and T. Asami. 1985. Source of nitrous acid volatilized from upland soils. Soil Sci. Plant Nutr. 31(1): 35–42.
41. Rylski, I. 1972. Effect of the early environment on flowering in pepper (*Capsicum annunm* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 648–651.
42. Rylski, I. and H. Kempler. 1972. Fruit set of sweet pepper (*Capsicum annunm* L.) under plastic covers. Hort. Sci. 7: 422–423.

SUMMARY

This study was conducted to compare the effects of simple facility cultivation on the production of vegetables. The growth of the edible herbs and radish root was promoted and the yields were increased under simple facilities. But the heading of the head vegetables, such as cabbage and Chinese cabbage, and the flowering of edible flowers, such as broccoil, were delayed, and their yields also reduced, whereas the growth of lettuce was not affected. The fruit vegetable such as cucumber and sweet pepper were improved plant growth and enlongatived harvest period, and their yields also increased. But they had not different of yields on sweet pepper in summer.

Some physiological disease happened very easily under facility cultivation. The simple facility provided a special effect in eliminating of rain injury, but there is no absolute effect on the control of pests and diseases. Diseases, such as soft rot, are easily found under facility environment, whereas those easily induced by rain-fall were well-controlled. Isolation with nylon net can not prevent the injury of diamond-back moth and turnip flea beetle.

討　論

陳榮五（台東區農業改良場）問：

設施栽培甘藍及結球白菜，因溫度高，對於因鈣引起的頂燒病是否有影響？

郭孚燿答：

關於甘藍及結球白菜我並沒有發現缺鈣現象，但番茄則很嚴重，尻腐病—生理障碍的問題發生嚴重。

陳榮五（台東區農業改良場）問：

冬季栽培胡瓜有關氣溫與土溫不平衡而引起果實生育不良症，是否可利用夜間燈泡加溫來改良？因屏東地區有部份農民使用的結果良好。

郭孚燿答：

可能個人須把日本在設施園藝發展上的技術與觀念，拿出來做簡略說明。日本在設施園藝發展也相當成功，但由於石油能源危機發生後，他們在整個技術上做了很大的修正，現也是朝向一種簡易，無加溫防雨的設備去發展，事實上，個人也是將日本這套防雨栽培觀念帶到國內來做，所以若我們在應用消費能源的方面來做是否可行，值得檢討。

本省花卉設施栽培之現況

黃 敏 展 *

Floriculture under Structure in Taiwan

Min-Chang Huang

摘　要

本省花卉栽培上，最早採用設施來栽培是蘭花。蘭花是高價值的花卉，為栽培上的保護和防盜上的需要，都在固定設施內栽培。最簡單的是在遮蔭棚下栽培，有的用木架塑膠布設施，有些用鋁架玻璃室，視蘭花的種類和價值而定，玻璃室的建造也仿溫帶的型式。其次採用設施較早的是高級盆花類，如仙客來、麗佳秋海棠、大岩桐、瓜葉菊、火鶴花、非洲堇、仙人掌、櫻草花、天竺葵等多種。這些盆花大都在大型的木造或鐵架防雨棚下栽培。觀葉植物則都在木架遮蔭棚下栽培，少數高級盆栽觀葉才在防雨棚內栽培。

切花是最遲使用設施栽培的花卉種類，正式採用防雨設施栽培，始自切花用香石竹之推廣時，其主要目的在防雨。初期花農採用力霸式大型鐵架，塑膠布屋頂的方式，為半開放式防雨棚，因造價較貴，又為固定式而沒有普遍。以後由宿根滿天星的大量栽培，採用可移動式鍍鋅鐵管，半圓隧道型防雨塑膠棚，因造價低，又可拆移而在產地普遍採用。但有抗風力弱，屋頂低而排熱氣不良等缺點。

為排出熱空氣，一般在屋頂加設太子樓式的小屋頂或不等長屋頂式，均乃在試用階段。給水系統以軟管點滴方式較普遍，效果較好。遮光也是降低溫度的方法，一般夏季可遮除 70 ～ 80 %陽光，冬季為 0 ～ 50 % ，視種類和環境而定。目前本省花卉使用設施栽培，雖較普遍，但在構造上，栽培管理上，缺失乃多，尚須多加改善。

一、前　　言

使用設施栽培作物在各種農作物中，以園藝作物最為需要，其中又以花卉作物使用最早也最普遍。本省何時開始在花卉上用設施來栽培，已無法查到記載，但以蘭花最早依靠設施來栽培，其次是觀葉植物，再來是盆花類，而以切花類最遲，在近10年才開始用防雨塑膠棚來栽培切花。

最早的設施只是用竹片或木條所做的遮蔭棚，用在蘭花和觀葉植物的栽培上。但遮蔭棚無法

* 國立中興大學園藝研究所教授
Professor, Department of Horticulture, National Chung-Hsing University

擋雨，所以像蘭花高價值的花卉，爲保護植株花朵，從豪雨、病害、大風、低溫等不良環境下免受傷害，在從前尚無塑膠布的時代，用高價的玻璃來建溫室。因價格太貴，無法在一般花卉栽培上採用，祇有單價高的蘭花才使用這類設施。尤其蘭花在栽培初期乃屬於趣味栽培的情況，不計成本而建設。至今在部分國蘭的栽培上，時聞有不計成本的設施來栽培。

近10年來，由於社會的進步，花卉的需求不斷增加、不僅需求量大幅增加，也要求提高品質和周年供應切花、盆花。然品質的提高和周年的供應，均需用設施來保護植株花朵，以抗不良環境才能達到目的。因此切花栽培之外，盆花栽培和部分觀葉植物在最近幾年來，都開始用塑膠防雨棚來栽培，以提高品質和調節產期。

在設施栽培上，除場地加蓋防雨，保溫的建築設施之外，爲節省勞力和調節水分的供應和自動化設施等都受到重視而採用。其他重要的設施，如養液栽培，雖在國外的蔬菜栽培上，已實際採用多年，在本省則剛起步，花卉上能否利用，尙在試驗中。

二、栽培種類

(一)盆花栽培

依廣義的說法，蘭花也可屬於盆花栽培的範圍，但蘭花的栽培較爲特殊，時間較長，一般都另立項目，在此僅就一般觀花的種類來說明。盆花在國外都在溫室內栽培，因此對環境的抵抗性都很弱，尤其花朵和葉片都不耐雨水的冲淋。所以在本省栽培這類盆花，也都需要在防雨棚下管理。如大岩桐、仙客來、櫻草花、火鶴花、秋海棠類、非洲菫、天竺葵、荷苞花、瓜葉菊、仙人掌等多種。

這些盆花類在本省的環境，大都需要防雨也要遮蔭。因爲台灣的陽光很強，高溫期又長，雖在冬季，中南部的天氣晴朗，所以周年都宜在遮蔭下栽培。一般夏季宜遮去70%的陽光，冬季爲50%，但在北部，冬季可以不遮蔭。

依溫度而言，這些盆花中，除大岩桐外，均以涼爽的氣候爲宜，尤其仙客來、麗佳秋海棠、球根秋海棠等，宜在中海拔（約1000公尺）的地方栽培，以利越夏。供水是盆花栽培上最費勞力的地方，在國外都採用盆底吸水，細管點滴等省工方法，但在本省乃大都使用人工澆水，爲管理上相當大的勞力支出。

(二)蘭花栽培

現代的蘭花都在設施內栽培，不僅因栽培時間較長，也爲防盜，須較堅固的設施，所以無論是趣味或是經濟栽培，都用固定設施。所用材料以鐵架爲主，其次是木材，鋁架因價格貴而較少。遮蓋材料使用塑膠布最多，玻璃板和硬塑膠板次之。

加溫設施在本省蘭花栽培上使用較多，最早都用熱水鐵管方式，但要配備固定鐵管，成本高而不方便。最近有國產的熱風加溫機出售，可用塑膠布軟管導引熱風，價低而方便，有漸增加的趨勢。對調節花期，促進冬季生長，效果良好，以蝴蝶蘭栽培上採用較多。

澆水方式，很多蘭園乃保留人工澆水的方式，然不少蘭園也採用上部噴水方式供水分，並可接連自動時鐘裝置，按環境日照之變化，定時噴水，對平日給水很方便。

(三)切花栽培

一般切花栽培的面積都較大，切花的單價又不高，所以採用設施栽培，在本省而言，以切花作物最遲。切花中最早採用設施來栽培，應算香石竹。因切花用香石竹都是溫室用香石竹的品系，耐不良環境的力量很弱，在本省夏季高溫多濕下，植株容易降低活力而失去抗病性，衰弱而枯

死。所以香石竹在推廣之初，則鼓勵使用防雨棚和高架栽培床。後來高架栽培床在栽植材料的成本上較難降低，澆水不便，成本提高而漸減少。防雨棚也都趨向採用可移動式的簡易塑膠棚。

宿根滿天星和切花用非洲菊，在栽培初期都沒有用防雨棚，但後來發現為提高品質，擴大產期和防治病蟲害上，必需防雨才能達到目的。所以這兩種切花栽培都普遍採用防雨設施。玫瑰切花栽培在近年來，經中興大學花卉研究室的長期試驗研究，在白紗網或灰紗網下栽培，可提高切花品質，所以最近在中南部也積極推廣這種網室栽培。

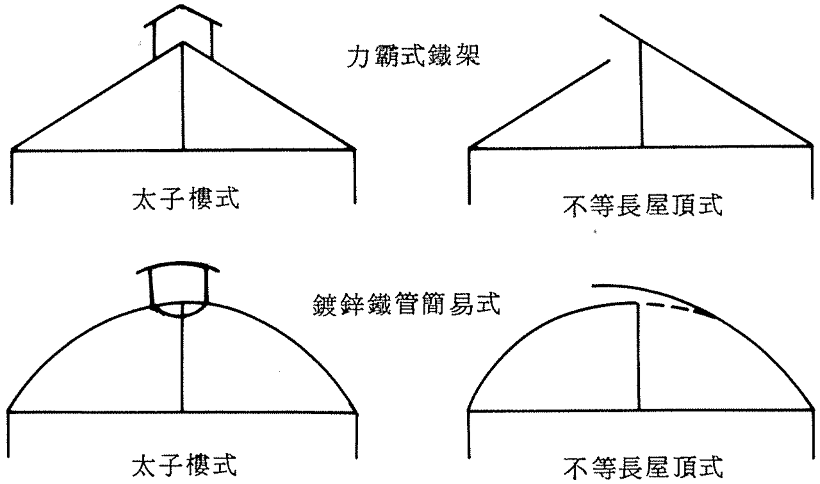
三、防雨棚構造

目前花卉的設施栽培，除蘭花之外，都以防雨為目的。雖然推廣的面積已有數萬坪，但至今尚無統一的規格構造可言。平常依花農資金之多寡，而改變設施栽培之面積和結構。有力霸式的鐵架、鍍鋅鐵管的簡易骨架等。

在本省因夏季高溫時間很長，在防雨棚內又易形成高溫空氣不易排除的情形產生。所以為排除高溫，有不同形式的屋頂構造出現。

屋頂的通風構造，最初只設在力霸式鐵架的構造上，初期的形式是用〃太子樓式〃，則在三角屋頂上，約離30～50公分高，再設小形的三角屋頂，有助於熱空氣從屋頂排出。但如小形屋頂不夠寬，常在豪雨時有漏雨之情形，建設也增加費用。其次是〃不等長屋頂式〃，這是一邊屋頂加長突出，另邊則較短，在頂部留出寬約30～40公分的空隙，熱空氣由此空隙排出，下雨時由突出部擋雨。這種構造也可以緩慢排出熱空氣。以上兩種形式雖在颱風時，乃有被吹損的可能，但在尚無更良好的其他方式的構造之前，較能普遍採用的形式。

隧道式簡易塑膠棚，為目前花農採用最多的形式，一方面可自行建設，另方面可移動再建設的方便，費用也低。但有不耐強風和通風不良的現象。所以也有人在屋頂上，加設〃太子樓式〃或〃不等長屋頂式〃以排除隧道內熱空氣，但尚沒有普遍採用。



圖一　屋頂通風的不同形狀構造

四、其他設施

㈠點滴供水設施

在防雨設施內栽培，所需水分，須由人工供應調節。一般花農為節省費用，常用畦間全面灌溉的方式供水。但由水質不穩定，常含有高度污染和病菌，不宜使用，且一旦發生土壤病害，很快傳播全園。所以畦間全面灌溉方式，在防雨設施內不能使用。目前採用軟管點滴供水方式較多，這種方式所需費用不高，可節省用水，又可利用地下水，並節省澆水人工，也可利用馬達加壓，定時自動澆水。

㈡扦插床的自動噴霧設施

扦插床最需要經常保持高濕度的環境，以避免插穗的凋萎。如用人工澆水，在高溫的夏季，每天可能需要5～6次以上，且效果不一定很好，所以目前大都使用時鐘定時或用平衡方式。時鐘定時方式採用24小時的電鐘，在下雨或陰天時，乃照原定時間噴霧，易造成過濕的情形。所以平衡式水分調節器可按實際空中濕度的變化，調節噴霧。在密閉式或開放式設施內均可適用，故障很少（中興大學花圃內使用已12年以上，未曾故障），很適合一般調節濕度、噴霧之用。

㈢其他零星省工設施

天窗的自動或半自動開閉裝置，對機動調節設施內環境和省工上很重要，但祇有在部分玻璃室才有設置，沒有普遍。橫移式栽培架在利用設施內空間，效果良好，構造簡單，設置費用不高，但僅能在新建設施內才能利用。將來有普遍採用之可能。遮蔭網自動或手動開閉裝置，在調節設施內環境也很重要而方便，遮蔭網設置在屋頂上（外側）對降低室內溫度效果較好。小型室內噴霧加濕器在面積較小的設施內使用，對保濕降溫有效果，目前祇用在高價蘭花上，尚不普遍。

設施內的降溫問題，在亞熱帶、熱帶地方的設施利用上最為重要。如通氣不良，夏季設施內常會升高達45°C以上，實在很難栽培植物。降溫的實際方法，除上述利用天窗自然換氣、加設遮蔭網、設橫向電扇之外，在國外尚有〃地熱交換式降溫加溫法〃、〃熱交換機降溫法〃、〃細霧冷房法〃和〃冷氣機直接降溫法〃等多種。其中以冷氣機直接降溫法最為直接而有效，但也是費用最貴的方法。將來如能尋求簡易而有效的降溫法，可提高本省設施栽培的利用率，並可促進普遍採用設施栽培。

五、結　　語

本省地處亞熱帶，全年高溫多濕的氣候環境佔六個月以上之久，影響園藝作物的栽培甚大。設施之適當利用，可擴大栽培的期間，減少災害，提高品質，為一般所公認的效果。然本省至今尚無工廠專門生產設施所用之器材，如農業用塑膠布、組合式設施用建材、固定玻璃和塑膠布用器材等。使構造、材料等都無法規格化。又材料品質良莠不齊、價格高、利用設施栽培的效果不理想等情形產生，降低花農利用設施栽培的意願。

因此加強在亞熱帶地域有關適用設施的基本形態，基礎構造、設施內的植物生理變化、改善設施內微氣象環境等的基本研究之外，也應獎勵廠商投資生產設施用材料，以促進正常快速發展適合本省所需要的設施栽培。

SUMMARY

Orchid culture was the first floricultural crop used green house in Taiwan. There are some types of structure for floriculture in Taiwan. For example, vinyl house with lumber or with iron frame, glass house with aluminum or iron frame are used. The most popular structure is shading house for some orchids and foliage plants.

Some pot plants; African violet, Anthurium, Begonias, Cineraria, Cyclamen, Gloxinia, Geranium, Primula, Succulents and Cacti are usually cultivated under big structure of vinyl house. Carnation and gypsophila are grown under vinyle house which protect the plants from rain, especially in summer season.

How to exchange the hot air is the most important problem under stucture in Taiwan. Top-window type of space on the top of roof may read hot air to out of house. But the temperature in house may rised near 40°C in summer times. Another method for reducing high temperature in warm season was used shading net which cut out 70–80% of sunlight in summer and 50% in winter. Other new methods for reducing hot temperature in structure are testing.

種子種苗之設施栽培

許圳塗 * ・馬溯軒 **

The Development of Seed and Nursery Production under Protection

Chou-Tou Shii and Su-Shien Ma

摘　　要

種子種苗栽培之設施，依其機能可分之爲保護設施、調節設施及種苗工廠。設施栽培即由田間轉移至室內栽培，打破育苗時間空間限制，由被動提昇爲主動栽培。種子生產種苗培育基本保護設施溫室，在亞熱帶區高日射量溫室效應，熱能蓄積超過生長上限溫度。需從溫室設計改進，如溫網室增加大氣對流交換面。調節設施，採用光線截攔及蒸發冷却抽風系統，可期將夏天室溫維持在30°C以內。繁殖育苗技術開發，組織培養應用於加速繁殖保健育苗及人造種子，促使設施繁殖工廠迅速發展，對產業可帶來革新與實質效益。容器苗圃高品質快速育苗一貫作業自動化設施，培育溫室電腦操作管理，微氣候與生長因素之調節控制，此種苗工廠樹立精密設施栽培之典例。

一、前　　言

種苗園藝學指研究繁殖培育純正，健康及高品質之種子及苗木之科技。種苗之優劣直接關係到園藝作物之品質、產量及生產成本，故被稱之爲作物生產之根本搖籃或園藝產業之前驅。種苗事業採種與苗木生產之發展，繫於繁殖及育苗技術之研究，選育新的作物種開發新奇之種苗，經營管理之改善，提高品質及生產效率，及迎合栽培利用之需求。因此現代苗圃事業勢必由自營自給轉爲專業化之企業經營，其生產方式亦漸朝向一貫作業之設施化，即由田間栽培轉爲室內生產，最終目標則推展自動化之種苗工廠。

二、種苗之設施生產

室外培育種苗，以自然天候風土選擇爲依據，即適時適地進行育苗。現代種苗生產，則設法改善此時間空間之限制，調節環境因子使之適合於種苗生長，或經選育使之適應此環境，此主動式之栽培乃需借重設施之發展，故稱之保護設施生產（production under protection）。若以控制微氣候因子及種苗生長條件，自動化一貫作業之設施生產，稱之爲種苗工廠（Nursery factory）。

---

*副教授，**教授，國立台灣大學園藝系

* Associate Professor, ** Professor, Respectively, Department of Hortculture, National Taiwan University

(一)設施與微氣候之調節：

幼苗生育階段或生殖生長採種，對環境壓力較敏感，保護設施栽培，其目的除打破時空之生產限制外，爲縮短育苗期限，節省管理勞力，提高育苗效率，確保種苗品質及平衡供求關係。

設施精密程度，依種苗類別，育苗目的與品質要求，及經濟效益而決定之。一般可將設施之利用功能分之爲三類型：

(一)保護設施：育苗或生育期短者，選用塑膠布當覆被材料，主要功能爲在減緩或克服逆境之衝擊，如避免豪雨、強風、寒流、強光等不利條件，或隔離病蟲害之蔓延。此類設施成本低，但對颱風並無防護作用，同時夏天高溫難利用。

(二)調節性育苗設施：利用溫室及配備，對微氣候因子及外在生長因素，可適量加以控制，如可供光量、光週、室溫、土溫、水份、二氧化碳、介質及營養等因素，依其經濟性而可控制操作，以期促成育苗及計劃生產。此類溫室大多以硬質塑膠或玻璃當覆被資材，其構型大都採用連棟型。其特點爲節省構材，充分利用地面，及便於機械操作，但也要考慮到不同調節需求，而可隔間之運作。

(三)種苗工廠：精密投資設有自動化作業室，培育之設施，或經由電腦程式管理，可供微氣候因子及生育條件最佳組合控制，光源有利用自然光或人工照明，種苗生長條件不受天候之影响。最佳生長條件之建立，首賴由人工氣候室及植物生長箱之試驗模式資料。可自動化一貫作業之容器苗圃，微體繁殖及人造種子生產，便爲種苗工廠發展之例子。

(二)溫室效應與對流通氣調溫：

溫室內空氣因熱膨脹上升而有溫差梯度，上層溫度往往會比下層高 5°C 左右，自然通氣原理卽利用烟囪效應，由天窗讓熱空氣流出，而冷空氣則由側窗進入。歐美溫室設計強調在保溫機能，尤其1973 年代能源危機，大力推展日光能溫室（solar green house），雙層覆被資材設計，及絕緣保溫材料開發 [17][19]。但在熱帶或亞熱帶地區，無論是塑膠或玻璃覆被資材，在此環境下溫室設施反而造成新的逆境衝擊。兩種材料對短波穿透率皆在 80°% 以上，長波爲 3－8 %，塑膠散熱性稍強些。夏天高日射量時密閉的溫室，其室內外溫差可高至23.6°C，卽使冬天，若晴天其溫差亦可達 14°C [13]。溫室效應造成熱能蓄積，在亞熱帶條件，如氣溫 30℃ 密閉溫室之室溫可達53.6°C。自然通氣散熱對風的依賴性很大，藉自然通氣溫室夏天室溫乃居高在 40°C以上，遠超過生長之上限溫度，因此溫室利用效率大受限制。

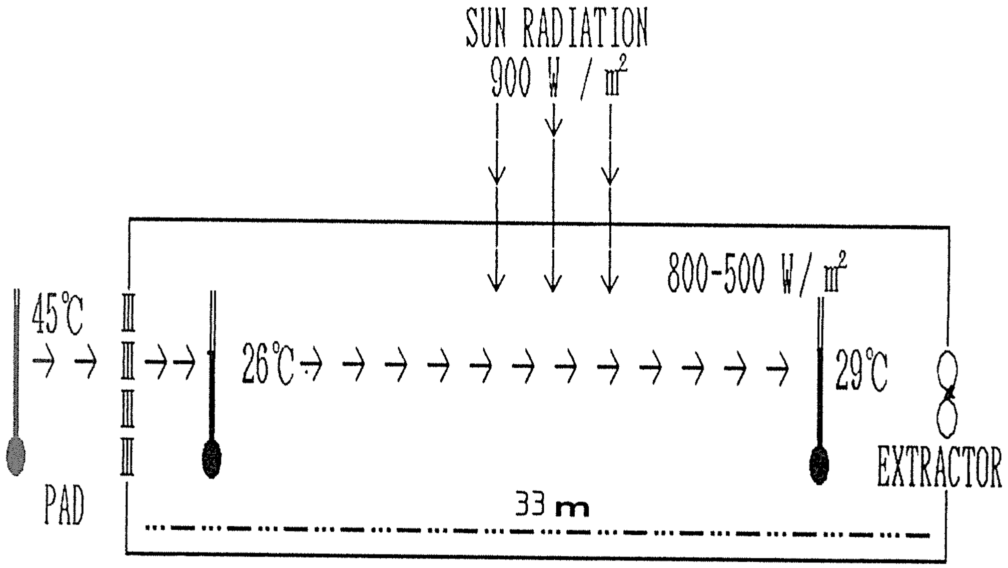
藉烟囪效應之自然通氣方法，無法及時將熱量排除。改變溫室構型，以對流通氣設計，如溫網式型，以玻璃當覆被，四周以細目網壁取代，以增加對流交換面。避免外圍有對流阻擋物，減少連棟數。蘆筍利用溫網室栽培採種，顯示生長甚佳，延遲植株休眠，提高種子產量及品質[1][2]。溫網室具有基本保護效果，如生產高經濟價值之雜交一代種子，亦可增進釋放授粉蟲媒介利用效率。健康種苗生產體系，特別是無性繁殖作物，無病種苗之增殖培育，溫室成爲必要之保健生產設施。

(三)日射量及蒸發冷却調溫法：

溫度之上升乃由透進之光線所拌生，及因隔絕大氣無法暢順對流交換，故溫室降溫管理以攔截光線爲最基本措施。夏天日射量常在 $9000 Whm^{-2}$，作物光合作用在 4500～6000 ft－C，便幾達飽和，而幼苗生長需光量更低。遮光法減低日射量，利於種苗生長，同時可避免帶來過多之日光能。常用之光線攔截方法有塗漆法、流水或噴霧處理及遮蔭法，後者可採用裝設兩層不同遮光率之淺色網布，交替使用可組合成四種遮光率，管理上可藉感應控制及馬達來帶動

調整之。遮蔭法可降低室溫 4 — 6°C，另具有降低葉面溫度之效果。遮蔭與自然通氣系統配合，其降溫之極限，室溫仍會比氣溫高，若欲將室溫調至生長溫度，等於或低於氣溫，則需借重動力冷却系統。

冷却降溫維護成本較高，較經濟可行之方式，爲蒸發冷却原理之透水牆—抽風扇系統 (pad-fan system)(9)(12)。高溫期短或小面積溫室可裝設箱型蒸發冷却盤 (cooling - package)，熱帶地區則需加大蒸發冷却盤之面積，即一端裝設透水牆，另一端爲裝抽風扇如圖一。本系統之使用溫室設計需可密閉性，其長度即透水牆與風扇間距離以 30 — 35 m 最適中。抽風扇間隔 5 — 8 m，抽風扇之功率依溫室面積，以每小時能換氣 50 — 70 次爲原則，但爲避免空氣經過透水牆之速率超過 1.5 m／s，由透水牆面積來矯正之(13)。蒸發冷却效率除受設計因素影响，另爲決定在空氣之相對溼度，相對溼度低冷却效果則佳，最大降溫極限大約爲乾濕球溫度之差。中午溫度最高，但相對溼度則降低，因此本系統可因應實際之需求。於本省夏天而言，空氣經透水牆蒸發冷却後溫度可降爲 26 °C左右，另配合遮蔭設施，則溫室可維持比氣溫低。本系統運作時所需之維護及能源消耗並不很高，蒸發冷却用之 cellulose pad 可耐10年，200 m^2 之溫室需用 1 至2 馬力之馬達。在生產利用或精密型溫室，蒸發冷却系統，爲目前降溫最經濟型，對開發於夏季暖季作物生產利用則待進一步之評估。



室外條件		冷却後條件	
濕度 %	溫度 °C	濕度 %	溫度 °C
20	45	73	29
20	40	73	26
20	35	74	22
20	30	74	19

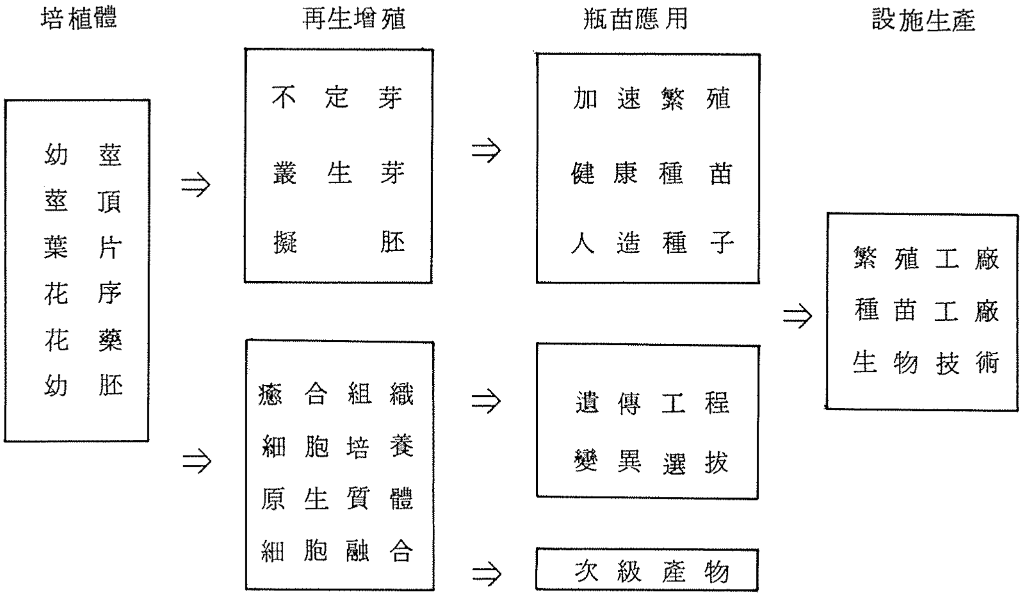
圖一　溫室蒸發冷却系統降溫效果及室內外濕度溫度變化剖面

Fig. 1. The efficiency of pad-and-fan evaporative cooling system in reduction of solar heat, and modification of temperature, humidity at outdoor and indoor condition.

三、繁殖工廠之發展

(一)組織培養與細胞全能性：

繁殖乃指增殖獨立個體，自組織培養研究發展出微體繁殖法（micropropagation），對無性繁殖技術造成重大改革。增殖作用乃依細胞全能性（cell totipotency）之原理，即構成組織之體細胞或性細胞，因遺傳組成之完整性，具如同結合子之發育潛能。當切離培養於無菌狀態之合成培養基，能夠分化再生成獨立小植株。組織培養設施生產應用參見圖二。產業化種苗事業如加速繁殖、健康種苗及人造種子等之利用。在遺傳工程及變異選拔之發展利用亦方興未艾，如優良基因導入原生質體，瓶內誘變選拔效率大爲提高。因細胞全能性之機能，強大再生增殖作用開發成功，助使微體繁殖工廠成爲實用化。



圖二　植物組織培養於繁殖種苗工廠之設施生產流程

Fig. 2. The flow diagram of in-vitro technology applying in nursery production.

(二)加速繁殖及保健育苗：

微體繁殖之特點，爲以有限繁殖體，在短期間內，於小空間行立體式培養，大量增殖叢生不定芽（multiple shoots）或體胚（somatic embryos），快速建立純正、健康之營養系。再生作用與培植體性質有密切關係，依作物種類可選用莖頂、葉片、花序或花葯及幼胚等組織器官。例柑桔或葡萄可採用珠心組織當培殖體。組織培養加速繁殖應用於建立營養系，則宜注意減少繼代培養次數，生長素用量調低，以避免因培養效應等造成變異性。國內有關香蕉[3][4]、鳳梨、草莓、馬鈴薯、蘆筍[4]、蘭科植物、菊花、杜鵑[15]、及橡皮樹等園藝作物，曾先後以莖頂幼葉、花序等組織，藉微體繁殖技術業已建立加速繁殖體系，在種苗生產成效甚彰。以香蕉爲例，在百坪以下之組織培養室，一年內增殖出的瓶苗，幾可供全省香蕉產業更新所需之種苗。室內體外培養增殖種苗，不受天候之影响，再生生長人爲控制，繁殖效率遠優於傳統法。如蘭科類，繼無菌播種後，微體繁殖技術成爲無性繁殖一重大改革，促使原珍少之

貴族花卉，得以普及而產業化。

組織培養在種苗上應用除加速繁殖，提升品種更新步調，另在健康種苗體系中亦居重要一環。無性繁殖作物以莖頂或頂分生組織培養，培育成小植株，經診斷檢定出的無病株，再配合微體繁殖方法增殖之。保護設施下培育種苗，而大量建立無病毒營養系。無性繁殖作物如香蕉、馬鈴薯、草莓、康乃馨、百合等，組織培養健康種苗生產頗具成效。柑桔類則可採用珠心組織培養，或瓶苗微體嫁接法（micrografting）以建立健康種苗生產體系。

(三)**人造種子之發展：**

組織培養擬胚（embryoid）誘發，無論由培植體或癒合組織起始，其皆為衍生自單一細胞。擬胚發育形態與有性胚之形成很類似，起始細胞橫裂為二，建立雙極性，其一子細胞分裂分化為胚柄，與培植體相接連，另一子細胞生長分化，經原胚、球胚、魚雷期或子葉期而發育成擬胚。因其可經人為方法由體細胞誘發而成，故另稱之體胚，其實從性細胞如單倍體之小孢子、大孢子亦可經體外培養再生擬胚，或稱偏性生殖，由花粉誘成擬胚者稱之孤雄生殖。國內有關園藝作物，如香蕉、荔枝、木瓜、柑桔、枇杷、白香果、琴葉榕、杜鵑[14]及其他草本作物等，已成功地誘發體胚，體胚的增殖技術，可提供建立大量的營養系，另在人造種子（artificial seeds）開發亦具潛力。

人造種子之發展，因不需要很大空間，可室內立體生產，不受天候影響，高效率快速複製營養系之種胚。而人造種子之開發，下列問題尚待研究探討之：選擇具有體胚發生潛能之培植體、建立同步調誘發條件、篩選形態發育正常一致的技術。誘發形成的體胚為裸胚（naked embryo），進一步需解決為促使進入休眠，並施加人造種皮或胚衣（encapsulation，coating），目前大多試用以植物自然膠或合成膠當胚衣，貯藏數月仍保存活力[11]。

四、容器苗圃與種苗培育

(一)**容器育苗特性：**

無性繁殖或實生繁殖作物，種苗生產系統，從繁殖、培育直至銷售或定植期間為在容器進行，此生產方式與置產稱之容器苗圃（container nursery），即由田間生產轉為室內之設施生產。

容器育苗之優點：

(1)苗木生長的介質可全由人為調配，控制其物化性質，利於加速育苗計劃之執行，縮短育苗年限。

(2)有效介質容積可大為縮減，提高單位面積育成苗木數量，提高育苗效率。

(3)介質為無菌，消毒處理簡易可行，消除土生病菌，亦無忌地性問題，有利健康種苗生產。

(4)種子用量節省，可省去疏苗除草工作，減少勞力成本。

(5)容器育苗自然形成根團（root ball），定植時不致傷害到根群，有助提高移植成活率及消除定植季節之限制。

(6)容器因易規格化，適合於自動化一貫作業，節省勞力，品質劃一，並便於運輸，便於定植。

(二)**無土混合介質：**

苗木生長主要因素為溫度、光、空氣及土壤，前三者微氣候因子之調節與控制，乃需利用溫室等設施配合之。灌溉系統採用管線噴霧給水，營養混加於介質，及配合管線灌溉補充。土壤因素為提供苗木根群生長分佈空間，供給水分、養分、氧氣及物理支持作用。若這些物化因

素包括生物圈加以配調控制，優良根群之建立並不需要很多的栽培介質及容積，因此演進成無土介質（soilless medium），包括水耕栽培（hydroponics）。容器育苗使用之介質可分爲兩大類：

A有機介質：泥炭土、水苔、樹皮碎片、木屑、鋸屑、稻殼、半碳化稻殼、花生殼、堆肥、廄肥、合成纖維。

B無機物介質：蛭石、眞珠石、浮石、岩棉、碳粒、砂、石礫、土壤、水。

容器培養很少採用單一介質，因此介質利用爲取長補短，常以2至3種混合調配，即所謂缽植介質（potting mix）。若混合介質不帶土壤者稱之爲無土混合介質（soilless mix）。混合介質之調配主要考慮其物理性質，如容積度、空隙度、容水率、透水率及穩定性等[6][10]，其配方依苗木種類及發育階段而定，另當要考慮經濟原則，或就地取材，如加州大學配方有下列幾種：

(1)細砂＋泥炭土。

(2)細砂＋木屑。

(3)表土＋腐熟葉等。

康乃爾混合介質有：

(1)泥炭土＋眞珠石。

(2)泥炭土＋蛭石等兩種。

泥炭土爲苗圃非常重要資材，國內存量有限，同時呈半碳化纖維少，pH 值低，大多賴進口，短期育苗作物因介質用量節省，泥炭土引用仍具經濟性。

(三)容器構型改進與育苗利用：

容器之構成材料，大小及形狀等特性直接影響到苗木生長與品質[7][10]、成本負擔。容器設計基本條件，適合根群分佈，質量輕，持久性佳，沒毒性，使用方便，積存不佔空間，價格合理。以物理特性如對氣體及水份之通透性而言，分爲可透性容器；如傳統之瓦盆、泥炭盆、蛇木盆及各種纖維混合塑造而成之容器。可透性容器易失水，但蒸發失水對容器有冷却作用。不透性容器；如彩釉盆、塑膠盆及金屬製盆等，不透性盆用水較經濟，但易造成曝曬面局部高溫如 42 °C，缽壁不具透氣性等之缺點。此可從縮小育苗用盆高度或使用連盆降低育苗用盆高度或使用連盆，介質物理性改進，不透性之缺陷可補救改善之。

容器選擇依苗木種類，育苗期長短而定，由於資材開發並爲配合不同育苗目的，容器構型業有重大改變，其類型如下幾種：

(1)蜂巢式連盆（cellpak，polypak）

由塑膠或纖維物塑造而成，盆口徑 1.5－5 公分，深 3～12公分，相互毗連成一組，以美國 Ball 公司推展之cell pak歷史最久，主要用於草花及蔬菜育苗使用。日本推行之紙製連盆（paper pot），爲可折疊蜂巢式連盆，中空無底，限一次使用，適用於小型苗之育成使用，但搬運上不便。亦有採用木條隔成蜂巢連盆，唯成本較高，目前由保麗龍製成方形或圓形小穴連盆亦漸被廣爲利用。連盆之特色，充分利用空間，如 30 × 50 公分，口徑1.5 cm，高度3cm，則有400個植穴。介質用量非常經濟，具隔離作用，便於操作與搬運。

(2)塊盆（block，cubes）：

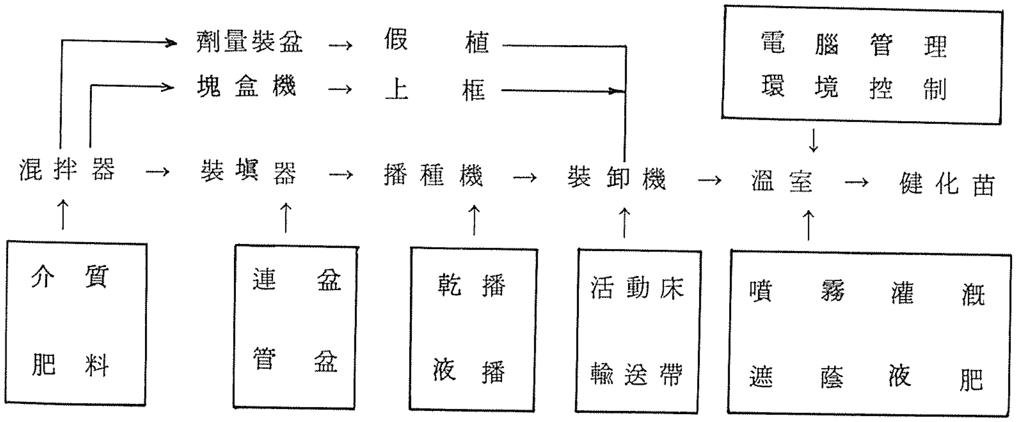
以容器兼當介質，介質塑造成方塊狀，吸水保養份性良好，具支撐力，育苗期內不變形。塊盆的缺點爲無法套疊，存放或搬運佔空間。美國 Jeffy- 7，由泥炭土與養分混合擠製成餅狀

，外附有膨脹性網，吸收後膨大爲7倍。化學纖維方塊，如由海綿切割成小方塊，適合小苗培育使用。岩綿坎盆（rockwool）由丹麥開發出來，石纖維塑造而成，在荷蘭及日本應用甚爲普遍。荷蘭設計之塊盆製造機（block-mat），可在苗圃現場製作使用，由泥炭土等介質壓擠成分立小塊盆，需由框箱裝盛之，由塊盆製作、播種等操作可一貫作業。

(3)管盆（tubing）：

苗木根系有往外伸長特性，接觸至盆壁，而環繞生長，此對草本性種苗並無多大影響，但木本性苗木當纏繞根木質化，定植後並不能恢復伸直，造成幼苗品質差，易倒伏或折斷。傳統性容器皆會引起扭曲或環狀根現象，爲導引根系在容器內直立生長，避免畸形根之發生，須由容器構型設計來改善之。管盆設計基本原則爲縮小口徑，增加盆高度，即呈管狀，一般高度爲口徑之4－5倍，但最大高度不宜超過35公分。另爲誘引向下生長管盆內側常設有突起肋線，當根冠觸及阻礙，自然往下生長。管盆製作有幾種類型，如：加拿大推展之保麗龍塊盆（styro foam block），其可說由連盆、塊盆、管盆之混合體，口徑小者爲2.5 cm，植穴深12 cm，以35 × 60 cm之保麗龍塊具有240個植穴，廣被用於木本植物育苗使用。方型管盆，上口徑10 × 10 cm，底直徑7.5 × 7.5 cm，排水孔徑7 cm，高度40 cm，方型管90°角可自動阻止根群纏繞，同時不需支架可直立，佛羅里達州柑桔及酪梨育苗採用方型管甚爲普遍[8]。圓錐型管盆，由塑膠製成，尖底爲開口，內側設有肋線，另在邊側設有通氣及空氣修剪用之開口，可分大中小三型，依苗木種類而定，如生長慢苗木採用中、小型管，而果樹育苗大多採用大型盆管。圓錐型管因不能直立，中小型植穴管懸套於框架上，大型管則可採用連環套固定之。

容器苗圃，從育苗介質調配、裝填、播種、濕潤、運送等爲在作業室中進行，荷蘭開發種苗工廠，包括蔬菜、花卉及木本植物，爲一貫作業如圖三，並建立不同自動化生產線以供種苗培育使用。培育溫室之管理亦改由電腦控制，多達五千套以上[19]，世稱之爲園藝之國，無論是軟體或硬體之發展甚多足可借鏡。



圖三　荷蘭式種苗工廠配備及自動化一貫作業育苗系統

Fig. 3. Dutch's style of systematic production of container nursery following factory lines.

五、結　論

種苗或種子之生長發育對環境逆境甚爲敏感，高品質及健康種苗生產與提昇效率，有賴園藝

設施之發展。溫室爲苗圃之基本設施，而於亞熱帶地區因高日射量造成新的熱逆境，溫室功能因而受限制。採用光線攔截設施與蒸發冷却系統，爲目前較經濟可行方法。台大園藝系正測試一電腦控制溫室，並期有效地操作溫室效應。

種苗生產除硬體設施之配合外，尙待有軟體之技術相輔並進，繁殖工廠，人造種子或種苗工廠必接應而生。國內在組織培養細胞或組織全能性原理之研究發展，對園藝作物之加速繁殖與健康種苗系均有積極效益。而體胚發生在人工種子之拓展，將是某些作物種苗生產上一大改革新。種苗培育技術，容器及資材開發，自動管理控制系統之運作，將促使打破時間及空間之限制，而相得益彰，本文簡介荷蘭式之一貫作業種苗工廠可資參考。

參考文獻

1. 杜金池、陳榮五、顏永福、陳水山　1986　蘆筍種子生產　台灣蘆筍試驗研究報告（72－74）：43－44。
2. 陳榮五、顏永福、孫文章　1986　蘆筍快速育苗方法　台灣蘆筍試驗研究報告（72－74）：50－60。
3. 馬溯軒、許圳塗　1972　香蕉幼莖切頂組織培養應用於不定芽誘發之研究　中國園藝 20：6－12。
4. 馬溯軒、許圳塗　1974　香蕉不定芽之組織培養育成幼株之研究　中國園藝 20：6－12。
5. 許圳塗　1974　蘆筍組織培養應用於微體繁殖研究之進展。中國園藝 20：251－257。
6. Baker, F. 1957. The U. C. system for producing healthy container-grown plants. Agri. Exp. Sta. Univ. Calif. Mannual 23.
7. Birn, I. and A. Eliassaf. 1980. The effect of container shape on the development of roots and canopy of woody plants. Scient. Hort. 12: 183–193.
8. Castle, W. S. 1983. Current status of greenhouse and container production of citrus nursery trees in Florida. Citrus Ind. July p. 5–6.
9. Carpenter, W. J. and W. W. Willis. 1959. Comparisons of evaporative fan-and-pad and pressure mist system for greenhouse. P.A.S.H.S. 74: 711–718.
10. Davidson, H. and R. Mecklenburg. 1981. Nursery management, administration and culture. p. 173–277, Prentice-Hall, New Jersey.
11. Gupta, P. K. and D. J. Durzan. 1986. Plantlet regeneration via somatic embryogenesis from subculture callus of mature embryos of Picea abies. In Vitro 22: 659–683.
12. Kawahatsu, Y. and N. Nakao. 1974. Environmental control of greenhouse cooling methods. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 36: 62–70.
13. Langhans, R. W. 1980. Greenhouse management. Halcyon press. N. Y.
14. Ma. S. S 1977. In vitro formation of embryoids in citrus and Rhododendron. Natl. Sci. Council Monthly 5: 178–184.
15. Ma. S. S. and S. O. Wang. 1977. Clonal multiplication of azalea through tissue culture. Acta Hort. 78: 209–215.
16. Ma, S. S., C. T. Shii and S. O. Wang. 1978. Regeneration of banana plants from shoot meristem tips and inflorescence section in vitro. In: XXth. Internat. Congress of Hort. Sydney.

17. Magee, T. 1978. A solar greenhouse guid for The Pacific Northwest. Ecotope Group. Seattle.
18. Mulder, W. P. 1980. Some question and remarks on the use of computers in greenhouse climate control. Acta Hort. 106: 15–19.
19. Tantau, H. J. 1984. The ITG digital greenhouse climate control system for energy saving. Gartenbauwissenen shaft 49: 140–143.

SUMMARY

The growth and development of young plants or seed formation are more subject to environmental stress. The achievement of high guality, healthy nursery is greatly dependent on structures. Although, the greenhouse is considered as a basic complex for nursery production, but the solution of summer heat problem becomes top priority in tropical aera. Manipulation of light interception and evaporative cooling so called pad-and-fan systen is suggested to be the most competent in the present time. One prototype of automatic system for greenhouse controlling, which manifest the greenhouse effect could be practicably controlled.

The concomitant advancement of hardware facilities and software biotechnogy conduct to a new era in nursery industry. Application of cell or tissue totipotential principles in micro-propagation that made a great contribution for rapid multiplication and producing healthy stock. Cloning and artificial seed factory would be also expected as prominent industry in the near future. A Dutch's style of systematic container nursery production following factory lines was briefly introduced in this content.

討　論

陳榮五（台東區農業改良場）問：

試用Pit Pot做管苗，目前本省應用很多，且很好，惟必須自歐洲進口成本昂貴，如果可用蔗渣及稻草來做，則可不必進口，前景將良好。因未經腐化之蔗渣及稻草莖做材料，是否會影響作物根之生長？

許圳塗答：

容器的材料當然是就地取材最理想、最經濟，泥炭土在種苗繁殖上是很重要角色，但國內無生產。當然可考慮尋找各種不同材料，不過須經過測試或試驗。基本上採用這些有機材料應經過分解，而且需加上一些填充物膠聚物質及肥料幫助pot本身的分解。

動態浮根式葉菜水耕栽培系統之評估†

高德錚*

Evaluation on the DRF Hydroponic Vegetable Culture System†

Te-Chen Kao*

摘　要

本研究旨在探討台中區農業改良場所開發之各型水耕系統之優劣，藉此開發一套適合於生產本省夏季蔬菜之栽培技術。由評估結果顯示，各型之栽培成效以民國七十五年底開發完成之動態浮根式（DRF）系統最優，茲將各項結果摘錄如下：

1. DRF系統之栽培床採保利龍成型，最具保溫隔熱效果。在夏季氣溫爲27.1°C～35.2°C時，液溫可維持在21.2°C～27.2°C。
2. DRF系統栽培床內加舖之黑色PE布除具防漏效果外，可比其他顏色較能防止著生藻類。
3. DRF系統因有空氣混入器，養液昇降排液器及養液迴流曝氣裝置，且具有隨植物生育期別將養液流速調整在3～4.5升／分、公尺之裝置，導致其溶氧量比其他各型多41.8％～13.9％。
4. DRF系統之養液在每次灌排過程中使水位維持在8～4公分，導致上位根部產生根毛群。因之，其根部活性爲其他各型之2.47～1.36倍。
5. DRF系統栽種之小白菜年間之產量每1000m^2／作，爲3.22～3.80公噸，而從移植日至8葉齡之經濟生育日數爲12.0～18.5日，與其他各型相比DRF系統較不受季節性氣象因子干擾。
6. 水耕之小白菜與經相同養液配方栽培之土耕者之間蛋白質、脂肪、葉綠素、維生素A與C等含量大致相同，但澱粉含量以水耕之9.41％優於土耕的7.80％，而纖維含量則反以土耕者之0.49％較水耕者之0.24％爲高。就NO_3—N及NO_2—N含量而言，則仍以水耕者最低，分別爲136.4ppm及0.24ppm，僅土耕之32.1％及28.6％。

---

†台中區農業改良場研究報告第0120號，本研究承行政院農業委員會，輔助部分經費（75農建-8.1糧-125及76農建-8.1-糧-94(1)）特表申謝。
Contribution No. 0120 from Taichung District Agricultural Improvement Station and supported by the grants of the Council of Agriculture, Executive Yuan.

*台中區農業改良場副研究員
Associate Agronomist of Taichung District Agricultural Improvement Station.

一、前　　言

民國七十三年三月在日本筑波萬國博覽會上展示著一株巨無霸之水耕番茄樹，她預計在一年中結12000個番茄[4]。此科技震驚了世界，使世人深以爲利用水耕栽培技術係解決未來糧食飢荒之途徑。其實水耕栽培技術之應用於商業性生產已有多年的栽培史。以日本爲例[9]，源至民國34年美軍進駐日本後，在東京調布及滋賀縣大津首先構築22公頃之礫耕蔬菜工廠，其生產番茄、小黃瓜及萵苣等生食蔬菜，用來供給日本境內美軍之食用；甚至韓戰時亦空運至韓國供給當地駐軍。至去年底[12]，日本全國水耕栽培面積約有300公頃，佔全國設施園藝栽培面積之1％弱，但生產量則佔8～9％。日本水耕栽培作物中以番茄、小黃瓜及其他果菜類之佔60％爲最，其次爲鴨兒芹及細葱之佔32％，茶、花卉及果樹等尙在增加中。在歐美方面從1950年代開始意大利、法國、英國、德國、瑞士、美國、蘇俄、以色列及荷蘭等各國，相繼開發各類型之水耕栽培[2][19]。以荷蘭爲例[6][13]，在1975年全國水耕面積僅5公頃，但至1986年已達2,000公頃。此歸功於1966年Cooper發明之NFT式水耕法[16][19]及1975年後岩綿栽培法之廣爲農民利用於番茄、小黃瓜、及花卉等之栽培[6][13]。歸納國外開發水耕栽培之目的，係因此套技術(1)無需特定土地(2)具工廠化週年生產性(3)可廻避土壤病蟲害及連作障礙(4)施肥合理化，蔬菜生產速率穩定、年產量高(5)蔬菜品質較高及(6)省勞力及輕勞動量[1][8][11]。

在國內水耕栽培之試驗研究起步較晚，在民國60年代有龍潭農校之屋頂礫耕葉菜栽培試驗及面積達0.135公頃之礫耕金針菜之農場。在70年代則有鳳山熱帶園藝試驗分所之各種作物之水耕試驗，高雄區農業改良場之砂耕番茄試驗及台鳳公司之香瓜、蔬菜水耕試驗。台中區農業改良場之蔬菜水耕研究起步最晚，如表一表示，從民國七十四年初，本場才開始小型水耕床之測試。至民國七十四年九月才完成葉菜Ⅰ型之栽培技術，由於效果不盡理想，因此繼續在栽培床資材、養液循環等方面進行改良，而有所謂Ⅱ、Ⅲ型之栽培技術之開發。

表一　台中區農業改良場水耕栽培發展經過
Table 1. Progressive survey of hydroponic culture in Taichung DAIS

項　目	日期 年（月）
小型水耕床測試	74（2－5）
大型水耕床測試	74（6－8）
開發葉菜Ⅰ型栽培技術	74（9）
開發果菜Ⅰ型栽培技術	74（11－12）
開發養液自動控制系統	75（1－3）
開發果菜Ⅱ型栽培技術	75（4－5）
開發果菜Ⅲ型立體栽培技術	75（6）
開發保利龍栽培床	75（6－7）
開發養液空氣混入器	75（8）
開發葉菜Ⅲ型栽培技術	75（10）
開發養液昇降排液器	75（11）
完成動態浮根式水耕系統	75（12）

在民國七十五年初，大衆傳播媒體刊登出本場開發水耕栽培成功後，民國七十五年三月首先係台糖公司設在埔里之副產加工廠及埤頭之元埔農場率先採用本場之葉菜Ⅱ型及Ⅲ型之栽培技術，生產一般葉菜類蔬菜。由於水耕蔬菜生長速率優於當時之土耕清潔蔬菜及品質優美，被台北之消費者搶購一空。至民國七十六年三月相繼有各地農民分別在台北外雙溪、苗栗西湖、台中頭汴坑、彰化永靖、鹽埔及桃園平鎮等地，沿用本場葉菜Ⅲ型及動態浮根式（Ⅳ型）之栽培技術，進行約 1 公頃之試作。根據台糖方面和各地農民試作之成果及消費者之反應，加速了本場工作同仁之研究腳步。尤其在包括育苗用海綿、營養液、保麗龍栽培床資材、空氣混入器及養液昇降排液器等設施資材本土化後，至民國七五年底本場已完成一套命名爲動態浮根式之水耕栽培技術。

所謂『動態浮根式水耕栽培系統』係基於植物栽種於本系統時，其根系在每次之灌排流程中，隨養液之昇降而上下左右波動，且一旦進液停止時，栽培床內養液面由 8 公分降至 4 公分，使上根部因露於空氣層中而增加根部活性，因之命名爲動態浮根式水耕栽培系統（Dynamic Root Floating System, DRF System）。本文擬就動態浮根式水耕栽培技術之架構及生產狀況一一詳述之。

二、水耕系統之比較

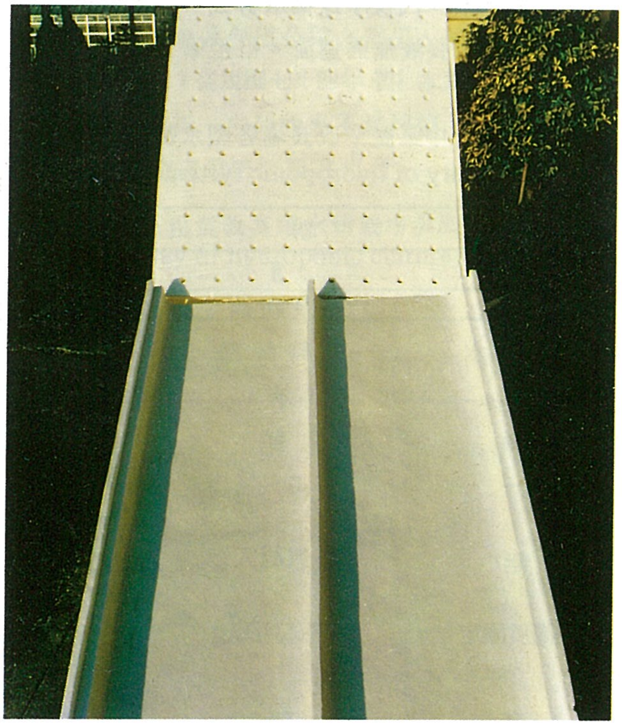
台中區農業改良場從民國七十四年九月開發出第Ⅰ型之水耕系統後，至七十五年底已展至第Ⅳ型，表二爲各型水耕系統內部結構之差別。栽培床資材至始即採保麗龍成型，其內緣長180公分、寬90公分、高8公分（如圖一）。除了第一代採浮球補水方式，在栽培床內水位降至一定程度時，利用落差使養液由高水塔中灌入，因此養液無需迴流。但至第Ⅱ型以後，給液方式均採用定時器來控

表二　台中區農業改良場各型水耕系統之特徵

Table 2. The specificity of hydroponic system series in Taichung DAIS

項目	水耕型式			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	DRF（Ⅳ）
栽培床資材	保利龍	保利龍	保利龍	保利龍
給液方式	浮球補水	定時循環	定時循環	定時循環
養液槽	有	有	有	有
養液之迴流	無	有	有	有
養液流速 公升／分，公尺	—	3.0～4.5	3.0～4.5	3.0～4.5
氧氣添加方式	無	空氣混入器	空氣混入器	空氣混入器及迴流曝氣裝置
排液方式	閘門高度固定	閘門高度固定	隨生育期更換閘門高度	養液昇降排液器
承網之添加	有	無	無	無
栽培床深度（公分）	8	8	8	8
空氣層（公分）	2	2	2～4	4
浮根方式	靜態	靜態	靜態	動態

制抽水馬達，使栽培床之與養液槽間的養液採定時交換，至於養液之流速則除 I 型外，流速均依栽培床長度及馬達馬力使養液流速每分鐘維持在 3.0 ～ 4.5 公升／公尺 。為了增加養液中之溶氧量，從 II 型起養液灌入栽培床時，先經過空氣混入器（圖二），使空氣隨之混入養液中。且至DRF型時，又讓養液迴流入養液槽時，產生噴灑狀而發生『曝氣』現象。在排液方式之不同為 I 、II 型採固定高度之閘門式，使栽培床內水位高度維持 6 公分，而上位根部維持 2 公分之空氣層，至 III型將閘門高度隨植株根系之長度從 8 公分逐漸降至 4 公分，而在DRF 型更因裝設養液 昇降 排液器（圖三）使栽培床內之養液在每一次灌液至下灌液間，水位維持 8 ～ 4 公分間，所以植株根部可隨養液之左右流動及水位之上下波動而產生動態浮根現象。至於 I 、II 、 III型則因水位固定根系浮動不顯，故稱為靜態浮根式。根據上述各型之差異，進一步由表三可發現以栽培小白菜為例，每1000 m^2 之收穫量，不論在 7-15 ℃ 之低溫或 16 — 27 ℃之適溫及 28 — 37 ℃之高溫期均以 DRF 型之產量高，分別為 3.22 、 3.80 及 3.52 噸，而以 I 型為最差，僅1.49-2.47 噸。尤其在熱天高溫期時 I 、 II 型之產量最差，但在 III 型及DRF高溫期反比低溫期產量分別高 14.8 %及 9.3 %。若以小白菜之幼苗自移植日起至 8 葉齡所需之生長日數稱之經濟採收期，則進一步由表四可知 I 型至DRF 型之差別為小白菜 I 型至DRF 型之平均生長日數從 31.0 日降至 14.9 日。換言之以DRF 型受氣溫高低之影響最小。



圖一　DRF 水耕系統專用之保利龍製栽培床

Fig. 1. Styrofoam-made culture bed of DRF system.

圖二　動態浮根式水耕栽培系統之空氣混入器
Fig. 2. Aspirator used in DRF system.

圖三　動態浮根式水耕栽培系統之養液自動昇降器
Fig. 3. Automatic water level adjuster in DRF system.

表三　台中區農業改良場各型水耕系統栽培小白菜之生產量(公噸/作，1000 m^2)
Table 3. The yield potential of Pai-tsai in hydroponic system series of Taichung DAIS

室　溫(°C)	水耕型式			
	I	II	III	DRF
7～15	1.74	1.91	2.36	3.22
16～27	2.47	2.68	3.02	3.80
28～37	1.49	2.18	2.71	3.52

表四　台中區農業改良場各型水耕系統栽培小白菜之生育日數

Table 4. The growth period of Pai-tsai in hydroponic system series of Taichung DAIS

室　溫（°C）	水	耕	型	式
	I	II	III	DRF
7 ～ 15	34.4	27.5	24.0	18.5
16 ～ 27	31.1	21.3	18.6	14.1
28 ～ 37	27.7	16.2	14.0	12.0

※生育日數係指移植日至 8 葉齡所需之日數

三、溫室結構

本場採用煥坤企業股份有限公司開發之高隧道式網溫室（如圖四），骨架結構爲½″∅之鍍鋅鐵管，長度16公尺、寬度 6.8 公尺，中間作業點高度爲 3.6 公尺，屋頂先覆以 0.2mm 之 PVC 透明塑膠布，當氣溫超過30°C時，塑膠布上方再以40%黑色遮光網罩之。溫室之四週則以24目白色尼龍網圍之。根據本場之調查，此網溫室全年間之透光度、透風性、室溫等變化如表五所示，遮蔭前最大透光度爲大氣之81.5％，遮蔭後降至 45.6％，透風性爲室外之70.2％，全年最高低室溫爲39.1 °C及 9.4 °C，室內外溫差在+2 °C～5 °C間。換言之，冬季時室內比室外高 2 °C左右，夏季時室內亦比室外高 5 °C。室內之二氧化碳濃度與室外略同，大致維持在 330 ～ 350 ppm，年度間室內相對濕度在41%～89%。與室外相比，氣溫超過 30 °C 時比室外低25～30%，而當下雨或夜間結露時，室內相對濕度比室外高17～24%。

圖四　動態浮根式水耕栽培系統之網溫室

Fig. 4. Appearance of pipe house used in DRF system.

四、栽培床資材

DRF水耕系統栽培床之材質採用保利龍（styrofoam）發泡成型，每一栽培床基本規格，內緣長180公分、高8公分，栽培床中間以一公分厚之保利龍間隔，劃分成兩條水路，每邊寬45公分。栽培床上方罩之以3片厚3公分，長90公分，寬60公分之保利龍承板，每一保利龍承板上方有50個等距之圓洞，圓洞之直徑爲2.5公分。此種保利龍栽培床之隔熱保溫效果如表六所示，當氣溫低至7°C時，栽培床內養液溫度爲10.7°C，而氣溫高至38.4°C時，液溫仍保持30.3°C。換言之，本場設計之栽培床可使液溫保持在10.1°C～30.3°C間。尤其在夏季日夜溫在27.1°C～35.2°C間時，液溫仍可保持21.2°C～27.2°C。根據高[15]之研究報告顯示，氣溫超過25°C，且液溫維持在30°C時，小白菜之生育僅液溫25°C處理之32.9%，又高[15]比較不同栽培床之資材，例如5″φ PVC管，2 mm厚橘色塑膠盆及5公分厚保利龍盆之隔熱保溫效果亦發現，當氣溫超過25°C時，僅保利龍盆具有使液溫低於氣溫之效果。據此，DRF栽培床之設計確能因應熱帶地區高溫而具降低栽培床內液溫之效果。又構築栽培床時係依地形之長短，而以基本栽培床連接之，爲避免漏水及著生藻類，栽培床內緣罩以0.2 mm之PE黑色塑膠布。根據表七之試驗結果顯示，不同塑膠布對栽培床內著生藻類之顯有不同，其中以黑色之防藻類著生的效果最佳，大約15.6日才有綠藻在黑色栽培床內著生，至22.5日時始將180×90×8公分之栽培床面佈滿綠藻。其次爲綠色、黃色及白色，白色塑膠布之效果最差，放置7天後即有綠藻著生。惟，不論那一種顏色，一旦有藻類著生後，大約7天即可佈滿全部栽培床面。因此，栽培床一但灌有水耕液時絕對不能露空，否則易生藻類。

表五　DRF水耕溫網室之特性

Table 5. The characteristics of pipe house used in DRF system

測試項目	規格
透光度（遮蔭後）	81.5%（45.6%）
透風性	70.2%
室溫	9.4～39.1°C
室內外溫差	+2～+5°C
CO_2濃度	330～350 ppm
室內相對濕度	41%～89%
室內外相對濕度差	+20～−30%

表六　DRF水耕栽培床之保溫隔熱效果

Table 6. Variation of air/nutrient temperature in DRF system

氣溫（°C）	液溫（°C）
7.0	10.1
20.5	16.5
27.1	21.2
31.3	24.5
35.2	27.2
38.4	30.3

表七　舖設不同塑膠布對水耕床著生藻類之影響

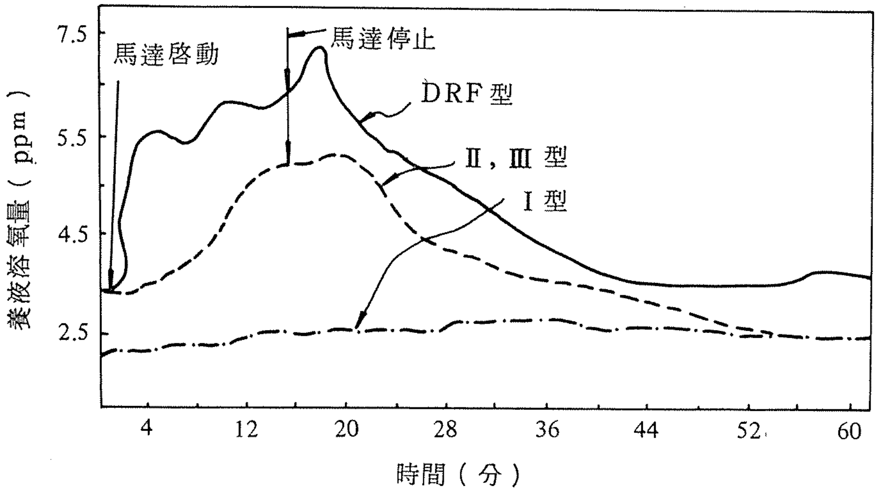
Table 7. Effect of different colors of PE film on the algae infection of hydroponic system

塑膠布顏色	著生始期（日）	佈滿時間（日）
黑　色	15.6	22.5
白　色	7.1	14.3
黃　色	12.5	17.4
綠　色	13.9	20.6

關於水耕床架高度之問題，在日本方面之設計係採用活動鐵架，依作物別而調整其高度及斜度，但本場現行DRF型水耕系統則採用空心磚或紅磚爲柱石。其上再以水泥板舖平，使地面至水泥板間之高度維持在60公分。而一旦上方再放置15公分厚之栽培床後，使栽培床面離地75公分。根據本場多年之經驗，75公分之高度對葉菜類之種植與採收作業最省力。至於水耕床是否需要有斜度，則依實際構築長度、單位時間灌水量及排液量而定。一般而言，15公尺內以水平爲宜，超過15公尺時水耕床仍以水平爲宜，而採用由栽培床雙頭灌液，中間排液效果最佳。

五、溶氧量

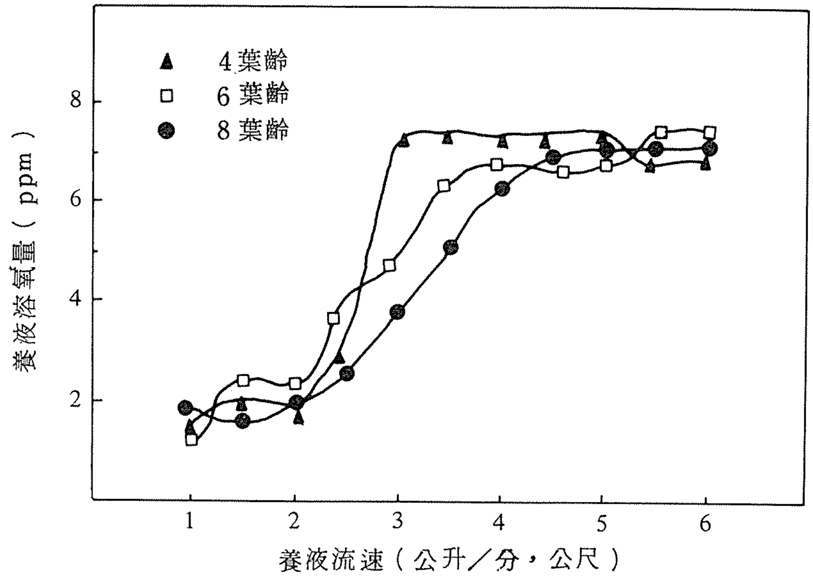
造成Ｉ型至DRF型間產量之差異，根據日本方面評估各種型式水耕系統試驗結果(1)(3)，主要受養液配方及溶氧量之影響。茲就溶氧量之問題述明之：由圖五所示，Ｉ型之溶氧量在灌排間維持在2.3～2.7 ppm間，Ⅱ、Ⅲ型則從2.7～5.4 ppm，至DRF型時，溶氧量從3.5～7.4ppm。而養液溶氧量多寡係受(1)養液溫度(2)養液流速(3)植物種植密度及生育時期(4)空氣混入器(5)養液昇降排液器等五個因素之影響。由於各型之栽培床資材均採用保利龍，因之就如表六所示液溫並非限制因子，而係養液流速等其他四個因素所制。



圖五　台中區農業改良場各型水耕系統之溶氧量週期性之變化

Fig. 5. Fluctuation of dissolved oxygen concentration in different types of hydroponic system of Taichung DAIS.

圖六爲養液流速與溶氧量之關係，測定時種植作物爲 8 葉齡之小白菜，養液溫度爲 24.9 ℃，此時之飽和溶氧量爲 8.26 ppm；但當養液流速由每分之 1.0 公升／分，公尺，增至 6.0 公升／分，公尺時，養液之溶氧量可由 1.8 昇至 6.8 ppm，但流速從 4.5 公升／分，公尺起，此趨勢已至水平，反之當小白菜在 6 葉齡時，此時之液溫爲 24.7 °C 而飽和溶氧量爲 8.28 ppm，則養液流速昇至 4.0 公升／分，公尺時溶氧量即達 7.0 ppm 而趨緩和；至於 4 葉齡之小白菜則流量在 3.0 公升／分，公尺時溶氧量達 7.3 ppm 而趨水平。據此可知，若想由養液流速來調節溶氧量，則需視植株之生育狀況而加大流速，使養液不因根系發達而阻礙水流。因此，從 Ⅱ 型起即在抽水馬達之出口處及養液灌入栽培床時各設一個流量控制閥，使養液流量在蔬菜長至 4 葉齡前爲 3.0 公升／分，公尺，6 葉齡後調至 4.0 公升／分，公尺，而至 8 葉齡時即需增至 4.5 公升／分，公尺。又 DRF 型因加入養液迴流曝氣之裝置，使養液灌入栽培床時有部份養液馬上迴流回養液槽，而迴流量之多寡則另設流量閥控制之。因此，DRF 型養液之流量可先利用養液迴流曝氣之流量閥做爲粗調，而利用各栽培床之流量控制閥做爲細調。並且將馬達出口處之控制閥開至極限。如此，可使每一栽培床之流量均一。



圖六　流速與小白菜生育期對養液溶氧量之影響

Fig. 6. Effects of nutrient running speeds and Pai-Tsai growth stages on the variation of dissolved oxygen.

六、空氣混入器

空氣混入器之下方凸出處（如圖二）裏面裝有 2 組十字型重疊塑膠閥門，一旦養液流經此處時會產生 8 條水流而冲出，再者凸出處上方開有 2 個 0.1 mm 直徑之圓洞，在養液流經時可將外界空氣隨之吸入而混入養液中。由表八可知，由於 Ⅱ 型起均裝有空氣混入裝置，因之給液時 Ⅱ 型之養液溶氧量爲當時飽和溶氧量之 64.5 %，比 I 型之 34.1 % 多 30.1 %。若進一步比較給液前後溶氧量之差別可知，Ⅱ 型之給液前後溶氧量相差 34.0 %，而 I 型則僅相差 8.8 %，造成此 I、

Ⅱ型之差別之最大原因係Ⅰ型栽培床中之養液沒有循環，及Ⅱ型具有空氣混入器所致。Ⅱ型與Ⅲ型間給液前之溶氧量大略相同，但給液時則Ⅲ型之71.5％略優於Ⅱ型之64.5％。尤其是DRF型之給液前為53.0％，給液後高達91.5％，顯然除了空氣混入器外，養液昇降排液器或排液處之閘門高低亦有其作用。日本協和式水氣耕系統，為何較適合栽種果菜的原因，乃因給液前後給液處溶氧處從71.7％增至97.9％，而遠優於其他系統所致[3]。

表八　台中區農業改良場各型水耕系統溶氧量之變化

（飽和溶氧量當100之百分比）

Table 8. Variation of dissolved oxygen in different hyroponic systems of Taichung DAIS

水耕形式	測定時期／位置			
	給液前		給液時	
	栽培床中段	養液槽	栽培床中段	養液槽
Ⅰ	25.3c	35.7c	34.1d	35.6d
Ⅱ	30.5b	36.1c	64.5c	64.9c
Ⅲ	31.6b	40.2b	71.5b	70.4b
DRF	53.0a	63.7a	91.5a	95.4a

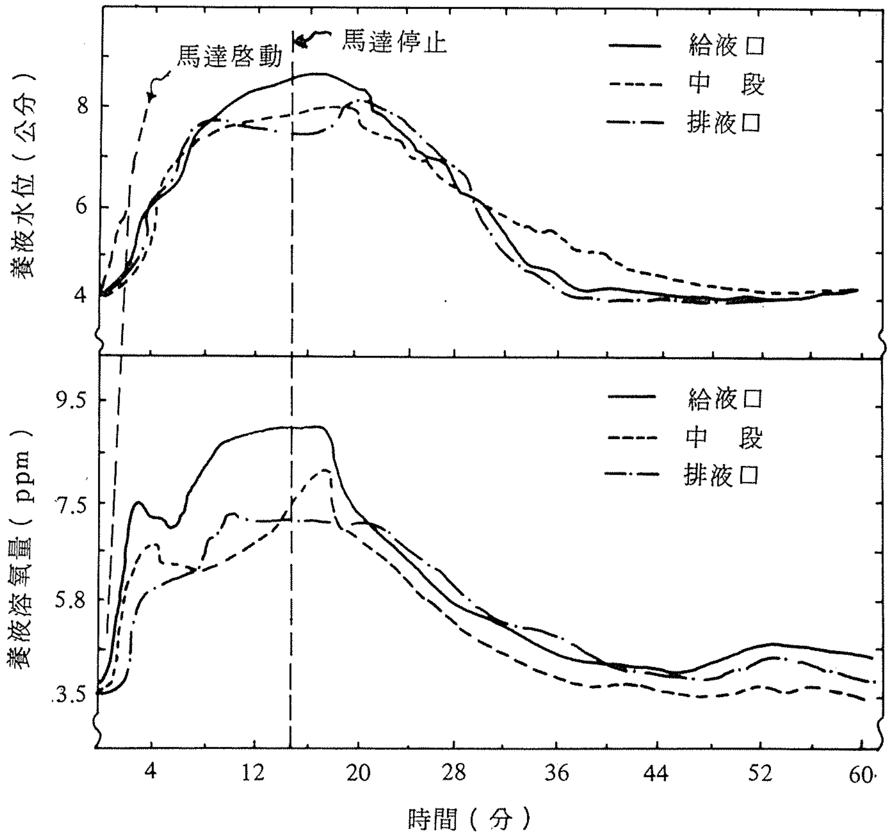
養液流速4.5公升／分，公尺，栽培床長14.4公尺，

液溫22.4～24.9℃，飽和溶氧量為8.66～8.26 ppm。

七、養液昇降排液器

由表八中發現給液前栽培床中段溶氧量在Ⅱ型與Ⅲ型間差異不顯著，但養液槽內溶氧量Ⅱ型為36.1％，Ⅲ型則為40.2％。給液時Ⅱ型之栽培床中段的溶氧量為64.5％，Ⅲ型為71.5％。此時養液槽內溶氧量亦由Ⅱ型之64.9％增至70.4％，造成兩者間之差別係與排液口之閘門有關。Ⅱ型之閘門始終維持6公分，而Ⅲ型之閘門高度在測定時為4公分。換言之，在測試時同樣以1 HP抽水馬達灌入15分鐘之養液，Ⅲ型將比Ⅱ型之置換較多栽培床上之養液流回養液槽，甚至在馬達停止時，Ⅲ型之養液迴流回養液槽時間亦比Ⅱ型長，此乃Ⅲ型養液槽內溶氧量較Ⅱ型高之原因。此增多趨勢可由DRF系統進一步證明之：由表八所示，DRF系統之不論給液前後其栽培床中段或養液槽內之溶氧量均高於其他系統，尤其與Ⅲ型間之差異，係DRF系統增加了養液昇降排液器。如圖三所示養液昇降排液器之主要結構係利用2組塑膠管，外圍高度8公分，其下方開3、4個等邊三角形洞。內緣塑膠管為活動式，利用螺紋可將其從8公分降至0公分，而內外圍之間距為2公分。操作時，栽培床內之養液係經由外圍之三角形洞，進入內緣塑膠管而流回養液槽。若栽培床內水位高於8公分時，養液會因淹過外圍塑膠管上方，直接進入內緣管而流回養液槽。因此裝置養液昇降排液器之優點為每次灌液至下一次灌液時，栽培床內水位維持在8～4公分間。圖七為DRF系統經60分鐘測試期間，水位及溶氧量之變化，測定條件為灌液量每分鐘4.5公升／分，公尺，灌液期間15分鐘，栽培床長度14.4公尺，溶氧量測定位置

分別設在栽培床前段（給液口），中段及後段（排液口）。由於養液昇降排液器內綠塑膠管之高度為 4 公分，因此馬達啓動前栽培床水位為 4 公分，隨馬達之啓動後，水位隨之昇高，8 分鐘後各測定點之水位即昇高至 7 公分左右。至12分鐘時在給液口附近之水位已滿至 8 公分，但中段及排液口則從 8 分鐘後即維持在 7.0 ～ 7.5 公分間。此水位之狀況可維持13分鐘左右，換言之，在馬達停止後 6 分鐘，水位才開始緩慢下降；而至36分鐘時，前段與後段之水位才降至 4 公分左右，但中段之水位至44分鐘時，才降回 4 公分。圖七下方為溶氧量之變化曲線，其趨勢大致與圖上方栽培床內水位之變化相仿，兩者之相關性依前、中、後段之別。相關係數（r）分別為 0.9435**、0.9134**及 0.9648**，已達 1 %之顯著值。至於 DRF 系統養液槽內溶氧量較高之另一原因，乃係在一個60 分鐘週期之養液循環過程中，養液迴流回養液槽之時間，大約有44～46 分鐘，因此養液槽內之大部份時間呈動態曝氣所致。



圖七　DRF 系統養液水位與溶氧量週期性變化之關係

Fig. 7. The fluctuation of water level and dissolved oxygen concentration in DRF system.

八、空 氣 層

日本山崎氏 1979 年所開發之浮根式水耕系統[8]之優點，為上位根曝露於空氣中而增加根部活性。表九為各型水耕系統對小白菜根部生育之影響，Ⅰ、Ⅱ 型之差異不顯著，但在Ⅲ型及DRF

系統間則差別相當顯著，尤其在DRF系統之離水部份之根系比浸水部份較發達。由表十經測試全部根系及離水部分之根系之呼吸作用後，若以根部呼吸作用定義爲根部活性[14]，則造成DRF系統根發達之原因係離水部份之根系活性較高所致。換言之，上位根部離水位高低或空氣層多寡和上位根系之生長量有關，圖八爲DRF系統將上位根系離水位（空氣層）維持在0、1、3、5及7公分時小白菜全株之生育情形。其中以空氣層爲3公分之處理，其全株鮮重67.1公克最優，7公分空氣層之34.3公克殿後，其次爲無空氣層處理（對照）之45.3公克次之。根部之生育亦以空氣層爲3公分者之7.1公克最優。由圖九之上位根部具有雪白之根毛群可知，空氣層3公分之處理，由於可誘引上位根系發生較多之〃根毛群〃，而增加離水部分根系之根部活性。由位田[10]及山崎氏[8]之試驗結果，發現此根毛群比浸水部分之根部的氧氣吸收量增加3－4倍，此一結果相同於表十DRF型的離水部分之上位根系呼吸速率分別爲Ⅲ、Ⅱ及Ⅰ型之1.5、2.2及2.9倍。根據上述結果，在實際操作DRF水耕系統時，養液昇降排液器之水位，將之調整爲8～4公分之變動水位，以利於根系之發育。

表九　各型水耕系統對小白菜根部生育之影響

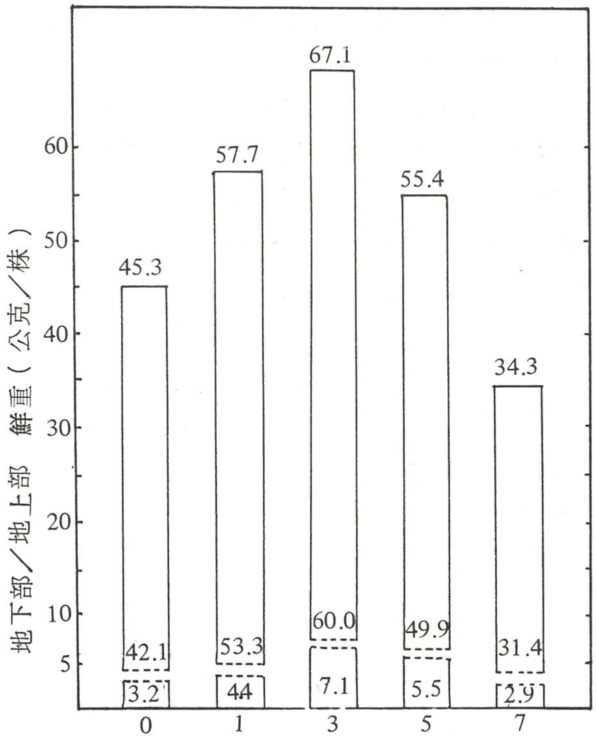
Table 9. Responses of root growth of Pai-tsai in different hydroponic system of Taichung DAIS

水耕型式	根部鮮重（公克／株）		
	離水部份	浸水部份	全根系
Ⅰ	1.5^{c}	1.7^{b}	3.2^{c}
Ⅱ	1.9^{c}	1.9^{b}	3.8^{c}
Ⅲ	2.4^{b}	2.4^{ab}	4.8^{b}
DRF型	2.9^{a}	2.7^{a}	5.6^{a}

表十　各型水耕系統對小白菜根部活性之影響

Table 10. Responses of root activity of Pai-tsai in different hydroponic system of Taichung DAIS

水耕型式	根部活性		
	離水部分	浸水部分	全根系
Ⅰ	20.2^{d}	14.0^{c}	34.2^{d}
Ⅱ	25.9^{c}	20.6^{b}	56.5^{c}
Ⅲ	37.8^{b}	24.3^{ab}	62.1^{b}
DRF型	57.9^{a}	26.5^{a}	84.4^{a}



圖八　上位根系離水位對小白菜生育之影響

Fig. 8. Effects of air space on the growth of Pai-tsai

圖九　白菜上位根部根毛群之發育

Fig. 9. Appearance of root hair growth in upper root system of Pai-tsai

九、水耕蔬菜之營養

水耕蔬菜與一般土耕者品質之差異是消費者心中之疑惑，也是國內試驗場所專家們所關心之問題。由於水耕營養液係由一般無機化學物質（如表十一）所組成，植物可能因吸收養液中之NO_3—N、NO_2—N、Mn、Fe等物質使該物質因累積而殘留於植物體[7][20]，一旦人類食用後而有不良之影響。

表十一　台中區農業改良場蔬菜1號配方
Table 11. Vegetable nutrient formula No. 1 of Taichung DAIS

元素別	成分
巨量元素（me／l）	
NO_3—N	12.0
NH_4—N	1.0
Ca	4.0
K	8.0
P	4.0
Mg	2
S	2
微量元素（ppm）	
Fe—EDTA	2.5
B	0.2
Mn	0.2
Zn	0.02
Cu	0.01
Mo	0.005

EC = 2.0 mmho
pH = 6.0 ± 0.5

表十二之結果，是以小白菜爲植物材料，栽種方式分別爲土耕及水耕，水耕所用之方式爲DRF型，土耕則以相同之栽培床內裝塡砂質土壤，而每天定時由表土灑入水耕養液，使土壤水份保持田間容水量，另外逢機由菜市場抽樣買回小白菜爲對照，用來比較三者間化學成分之差異。測定結果發現蛋白質及脂肪成分方面三者差異不顯著。蛋白質含量大致在1.36～1.42%，而脂肪則在0.16～0.19%間。澱粉方面以水耕者之9.41%最高，其次爲土耕及市場取樣者之7.80%及6.47%。纖維含量則相反，以市場取樣者之0.59%最高，其次爲土耕的0.49%及水耕之0.24%。至於葉綠素含量則參試之土耕者及水耕者大略相似爲0.43～0.44%，而市場取樣者較高爲0.65%。在維生素方面小白菜含有豐富之維生素A及C[5]，但測試結果三處理間差異不顯著。

表十二　栽培方式別對小白菜營養成分之影響

Table 12. Influences of cultivation methods in the chemical components of Pai-tsai

化學組成	土耕	水耕	市場取樣（對照）
蛋白質（％）	1.36[a]	1.42[a]	1.39[a]
脂肪（％）	0.16[a]	0.19[a]	0.17[a]
澱粉（％）	7.80[bc]	9.41[a]	6.47[c]
纖維（％）	0.49[b]	0.24[a]	0.59[b]
葉綠素（％）	0.44[b]	0.43[b]	0.65[a]
維生素 A（％）	0.29[a]	0.31[a]	0.34[a]
維生素 C（％）	0.041[a]	0.039[a]	0.046[a]
NO_3—N（ppm）	425.3[b]	136.4[c]	1832.9[a]
NO_2—N（ppm）	0.84[b]	0.24[c]	1.57[a]

近年來食品蔬菜及飲水中硝酸鹽及亞硝酸鹽含量之問題逐漸被重視，主要是蔬菜或飲水中之硝酸鹽可因唾液中或其他微生物之硝酸還原酵素將之還原爲亞硝酸鹽，而亞硝酸在酸性下易與一些二及三級胺（secondary and teritary amines and amides）反應而形成亞硝酸胺[17][20]，而此物質可能爲致癌物質（carcinogen）或致生腫瘤（tumor）[18]，再者，近年來亦發現蔬菜或飲水中之亞硝酸鹽含量與人類之變性白色蛋白血症（methaemoglobinaemia)有關[20]。換言之，人體血液含過多之亞硝酸鹽時會阻礙血紅素之携氧作用，而導致病人發生缺氧病徵。就蔬菜而言，葉片之硝酸鹽含量與施肥量，栽種季節及收穫後儲藏方式有關[20]。就表十二之結果亦得知，由相同之肥料配方所生產之小白菜，以水耕者之含 NO_3—N最低，僅136.4ppm，其次爲土耕425.3ppm，含量最高者爲取樣自市場者之對照1832.9ppm。而諸處理中 NO_2—N之含量均低，大致在2.0ppm以下，其中亦以水耕者之0.24ppm最低，其次爲土耕之0.84ppm及對照之1.57ppm。據此可知，就一般化學成分而言，水耕栽培之蔬菜應無異於慣行之土耕蔬菜。但因水耕栽培時養液中各成分均維持一定濃度，使小白菜之逐日吸收量較均衡，因之其 NO_3—N及 NO_2—N之含量最低。

參考文獻

1. 山崎肯哉　1986　水耕栽培の魅力とリスワ　農業富民別冊 pp40～46　富民協會／每日新聞社。
2. 內海修一　1984　世界の施設園藝　誠文堂新光社發行。
3. 板木利隆、佐佐木皓二、宇田川雄二　1984　養液栽培の實際　社團法人農業電化協會。
4. 野澤重雄　1985　トマトの巨木ぼ何を語りたいカ　協和株式會社發行。
5. 台灣產常用食品之營養成分　1980　婦幼衛生叢書(六)　台灣省婦幼衛生研究所印。
6. 小倉祐幸　1986　NFT　ロッワウール栽培の特性比較　農業および園藝 61:1413-1420。
7. 大沢孝也、池田英男　1980　そ菜の重金屬過剩障害に關する研究　園學雜 49(2)：197—202。
8. 山崎肯哉　1986　養液栽培技術の發展經過と今後の方向　農業および園藝 61:107—114。
9. 西貞夫　1986　施設園藝おける養液栽培の位置　農業および園藝 61:81—93。

10.位田藤久太郎　1953　蔬菜の根の生理に關する研究（第1報）蔬菜の根の酸素要求量　園學雜　21(4):202-208。
11.高橋和彥　1986　養液栽培の現狀と今後の展望肥料　季刊 61:22-30。
12.高橋和彥　1987　養液栽培の最近の動キ　農業および園藝 61:81-85。
13.荒木浩一　1986　ロッワウーⅠⅤ栽培の基礎と實際　農業および園藝 61:1093-1097。
14.林安秋、高德錚、洪阿田　1984　大豆品種根部活力與光合成效對產量之影響　雜糧作物試驗研究簡報 25:144-146。
15.高德錚　1986　設施園藝栽培技術之研究　造園季刊 1(4):37-53。
16. Graves, chris. J. 1983. The Nutrient Film Technique. Horticulture Reviews 5: 1-44.
17. Kawamura, T., K. Sakai, and F. Myazawa. 1971. Studies on nitrosamines in foods. Journal of the food and Hygiene Society of Japan 12: 192-197.
18. Magee, P.N. and J.M. Barnes. 1956. The production of malignant primary hepatic tumors in rat by feeding dimethyl nitrosamine. British Journal of Caner 10: 114-122.
19. Resh, Howard M. 1985. Hydroponic Food Production. pp. 21-29. Woodbridge Press Publishing Company Santa Barbara, California.
20. Vogtmann, H., A.T. Temperli, U. Kunsch, M. Eichenberger and P. Ott. 1984. Accumulation of nitrate in leafy vegetables grown under constrasting agricultural systems. Biological Agriculture and Horticulture 2: 51-68.

SUMMARY

In order to stabilize the vegetable productivity in summer season, series hydroponic systems were estabilished in last two years by Taichung District Agricultural Improvement Station. In December of 1986, a fourth generation of hydroponic system in this station namely, dynamic root floating system (DRF system) was set up and identified to be superior to other three ones. Results were summarized in following:

1. DRF system is constructed by styrofoam-made culture bed to maintain the constant nutrient temperature. Especially, when air temperature in pipe house in around 27.1°C–35.2°C, it still keeps low nutrient temperature with 21.2°C–27.2°C.
2. Covering with black PE film on the nutrient bed gets better efforts than others to avoid the algae infection.
3. As compared to other systems, more than 41.8%–13.9% of dissolved oxygen is detected in DRF system which is owing to the unique function of aspirator, automatic water level adjuster and nutrient recycling exposurer in this system. Besides, according to the vegetable growth stage, nutrient running speed in this system can be adjusted to 3.0–4.5 l/min,m by setting up some volves in nutrient pumping in/out route.
4. DRF system can induce more root hair in upper root system due to its special function of 4 cm depth of dynamic air space preformed during nutrient pumping in/out process. Therefore, root activity in DRF system is 2.47–1.36 times better than other ones.
5. The annual yield potential of Pai-tsai (*Brassica pekinensis* Rupr) in DRF system is 3.20–3.80 ton/crop, 1000m^2 and growth period from transplanting to harvest is 12.0 to 18.5 days. This indicates that Pai-tsai in DRF system is less interferred by seasonal climatic factors.
6. Chemical components of protein, fat, chlorophyll, vitamin A and C found in DRF cultured Pai-tsai are similar to soil culture ones. However, as compared to 7.80% of starch and 0.49% of fiber in soil culture Pai-tsai, DRF Pai-tsai obtains 1.20 times of higher starch and 48.9% of lower fiber. Moreover, NO_3-N and NO_2-N found in DRF Pai-tsai are respectively 32.1% and 28.6% lower than soil culture one in which 136.4 ppm of NO_3-N and 0.24 ppm of NO_2-N are measured.

討　論

賴森雄（亞洲蔬菜研究發展中心）問：

1.蔬菜單價何以那樣高？ 2.單位生產成本？

高德錚答：

1.關於這個問題，剛剛我們舉的例子是以台糖目前的售價爲準，至於爲何這麼高價，若賴先生你看目前清潔（精緻）蔬菜的農友之產地交割價格大概就是這個價值。

2.水耕蔬菜的價值，以多少方能維護成本？剛剛我們有一個圖表列出年淨收益33％，而每$1000m^2$之投資成本新台幣114萬元左右。水耕最主要的優點是年耕作次數增加，以小白菜來說，一年可種16～18次，因此我們是以量取勝而不是以價錢取勝。

鄭正勇（台灣大學）問：

目前清潔蔬菜之所以售價高而尙有人要，最主要是因爲消費者都認爲無農藥，但事實上是值得懷疑？

高德錚答：

根據目前調查，水耕蔬菜是不需噴農藥，但市售土耕之精緻（清潔）蔬菜有沒有用農藥，則是另一個問題。水耕栽培使用農藥，並非直接噴至作物上，而是用農藥在作物收穫後溫室的消毒上。

陳　中（國立台灣大學園藝系）問：

在水耕栽培過程中，養液是否有遭汚染的情形？應如何防止？

高德錚答：

1.根據本場之經驗，若水耕養液槽及栽培床均密閉時，則不會有汚染情形，若露空則易感染藻類。

2.一般常懷疑若養液中有病菌時，會全區均受害，但事實上並尙未發現此現象。唯，一旦發現有病株時，應立即拔除。

3.若發現藻類汚染時，則只要將栽培床或養液槽之露空處補滿即可。

4.若天雨，使栽培床積水或養液槽進水時，則營養液需更新。

沈再發（鳳山熱帶園藝試驗分析）問：

NH_4^+的高濃度通常對於其他陽離子吸收有拮抗作用，尤其是Ca之吸收的抑制更嚴重，而在高溫下根之Ca吸收力降低。因此所採用之配方NH_4^+ 4me／ℓ 高濃度（全N之¼），而Ca降爲 4 me／ℓ 對所栽培之菜類，有無缺鈣現象產生？

高德錚答：

本場開發之水耕蔬菜肥料1號配方中，NH_4－N僅1me／ℓ，而且在進行一般葉菜類栽培時並未有缺鈣現象，但在果菜類尤其是番茄，在生育後期或夏季高溫時，確有缺鈣之現象，唯若養液採自動調節後（本場已另開發有養液自動調節裝置），此缺鈣現象可消失。

洋香瓜之水耕試驗†

沈再發・許淼淼*

Studies on Hydroponic Culture of Muskmelon†

Tzay-Fa Sheen and Miao-Miao Hsu*

摘　　要

本試驗以浮根式水耕配合定時養液等量交換法進行洋香瓜水耕試驗。培養液以山崎肯哉之洋香瓜養液吸收濃度標準配製。尋求適合不同季節的洋香瓜品種及瞭解該培養液在熱帶地區之變化爲目的。

於74年至75年間由國內外陸續收集26品種進行比較試驗，74年秋作16個供試品種中，選出阿魯斯東海S 78、Aska、Green pearl和Bonus melon等四品種，此類品種以引自日本之溫室品種爲主。75年夏作17個品種，結果以大和農園Punch melon（蜜香瓜）、農友No.757和No.731、天惠melon和Aska F_3 等品種表現較佳，此類品種以本省所育品種爲主。

培養液之電導度（EC），無論秋作或夏作皆在開花幼果期下降，然後逐漸回升，尤以夏作之回升較高，採收期又略爲下降。秋作與夏作水耕液之酸鹼度（pH）於開花幼果期皆有下降趨勢，需要氫氧化鈉中和。

培養液中NO_3-N、P、K、Ca、Mg之濃度分析結果顯示，NO_3-N因生育期之延長而逐漸升高，K與Ca雖有上升與下降現象，但是大致均能維持所供給之濃度，鎂與磷濃度也有類似趨向。因此NO_3-N之過剩爲造成pH降低之一原因。爲避免生長期中酸度下降適度減少山崎培養液硝酸鉀量之供應乃是必要措施。

一、前　　言

溫室洋香瓜之栽培品種，隨栽培地區、時期、栽培方式等不同而有所差異。到目前爲止，尚未有一個適應各種環境的品種[12]，因爲各栽培品種對溫度、日照、濕度等條件之要求差異很大，因此，爲建立周年生產制度，需要篩選適應不同季節之個別品種。

養液栽培可避免連作障害，減少勞力之需求，以及擴大經營面積等優點[4]。如果能夠實用化，則洋香瓜可以成爲重要的高價經濟作物。然而到目前爲止，世界各地洋香瓜的水耕生產，尚未達到實用階段。其主要原因爲溫室洋香瓜之水耕生產，從營養生長轉化爲生殖生長後，需要有適當之養分或水份之管理方法供果實肥大、網紋、果色或果肉糖度等與品質有關之特性表現，而此等

---

† 台灣省農業試驗所研究報告第1351號，本研究承行政院農業委員會輔助經費（75農建－8.1－糧－117及76農建－8.1－糧－94(7)）特表申謝。

Contribution No. 1351 from Taiwan Agricultural Research Institute and supported by the grants of the Counil of Agriculture, Executive Yuan.

* 鳳山熱帶園藝試驗分所分所長、助理

Director and Assistant, Respectively, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, ROC.

養液管理尚未建立適合之系統 (9)(11)(15)(16)(17)(18)(19)。因此，本試驗目的一方面以水耕行各季節之品種檢定，同時爲明瞭其養分吸收特性及管理方法，供作今後發展洋香瓜水耕之依據。

二、材料與方法

(一)材　料

本試驗於民國74年行秋作，75年行夏作。各作之主要品種如表一；74年有16品種，75年有17品種。

表一　洋香瓜水耕試驗之品種

Table 1. Muskmelon cultivars used for hydroponic culture

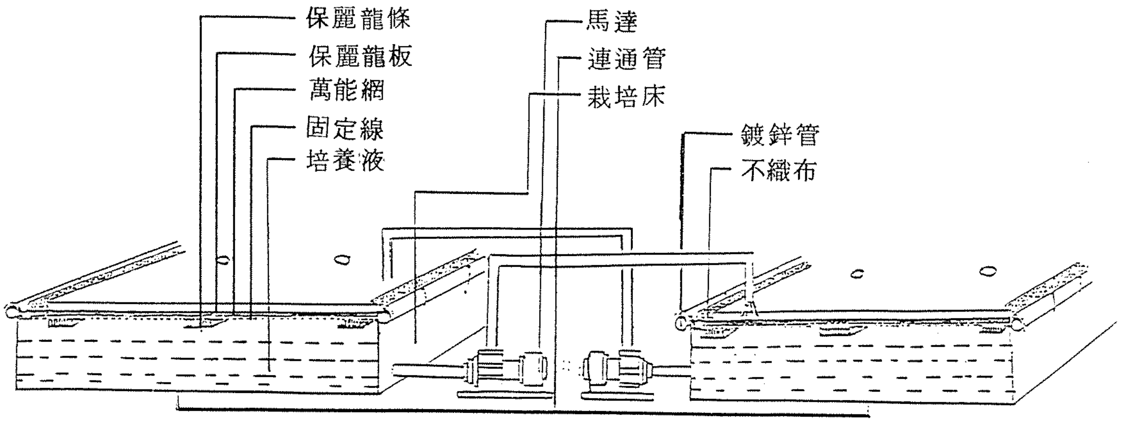
74年秋作			75年夏作		
代號	品種名稱	來源	代號	品種名稱	來源
75-1	Aska	南都農園	75-17	Punch melon	大和農園
75-2	Cabin		75-18	F-74-550	農友種苗公司
75-3	中國哈蜜瓜	カネユ種苗	75-19	F-74-545	〃
75-4	眞珠 100	八江農芸株式會社	75-20	F-74-555	〃
75-5	阿魯斯東海S 78	岩倉種苗	75-21	F-74-711	〃
75-6	阿魯斯東海G 35	〃	75-22	F-74-765	〃
75-7	新世紀	農友種苗公司	75-23	F-74-757	〃
75-8	玉露F_1	農友種苗公司	75-24	F-74-731	〃
75-9	天香	〃	75-5	阿魯斯東海S 78	岩倉種苗
75-10	玉露F_2	鳳山分所選拔	75-25	美國紅肉	美國
75-11	南海阿魯斯		75-10	玉露F_3	鳳山分所選拔
75-12	Green pearl		75-14	蜜世界	農友種苗公司
75-13	台中一號	台中區農改場	75-27	天惠melon	
75-14	蜜世界	農友種苗公司	75-12	Green pearl F_2	鳳山分所選拔
75-15	Bonus melon		75-2	Cabin F_2	〃
75-16	A.melon		75-1	Aska F_2	〃
			75-1	Aska F_3	〃

(二)方　法

1. 水耕方式：

以浮根式配合等量交換法行水耕。塑膠溫室內設栽培床8個，每床長18公尺、寬80公分、深20公分。以浮球行水位控制，栽培床內經常保持12噸水量（每床爲1.5噸），以有孔萬能網爲浮媒體（網目大小1.9×1.9％），用保麗龍條墊於萬能網下做爲浮媒介質。另75年於萬能網上再加覆蓋一層不織布（spunbonded polyester），並以尼龍線配合固定於栽培床側之鋅管上，使浮媒體之位置在水位之上；定植板爲保麗龍板，每床種二行，株距爲1公尺。等量交換以裝置馬達兩個（甲乙兩個），甲馬達自甲栽培床抽水至乙栽培床，使甲栽培床

降低水位形成根部之充分空間，而乙栽培床形成高水位。經由甲乙栽培床之連通迴水管使成水平後，再由乙馬達抽水至甲栽培床，同樣使乙栽培床形成根部的空間。如此每小時行馬達抽水二次，每次抽水 8 分鐘，其簡要構造如圖一。



圖一　洋香瓜試驗用水耕裝置
Fig. 1. Diagram of hydroponics used in experiment.

2.培養液之組成與供液方法：

以山崎（1982）洋香瓜吸收濃度肥料標準如表二。培養液之補充另高設供液池（10噸）一個，裝滿上述培養液，以浮球水位控制法，由供液池不斷供給栽培床所需要之培養液，並裝流量表以計算每日栽培床所消耗之養液量。

表二　洋香瓜水耕培養液之組成（山崎 1982）
Table 2. Composition of the nutrient solution used for melon culture (Yamasaki, 1982)

肥料塩	當量重 mg/me	濃度 me/ℓ	度 g/m³
硝酸鈣	118	7	826
硝酸鉀	101	6	606
第一磷酸銨	38	4	152
硫酸鎂	123	3	369
微量元素	EDTA鐵 20 g/m³	硫酸鋅 0.09 g/m³	
	硼酸 1.2 〃	硫酸銅 0.04 〃	
	氯化錳 0.72 〃	鉬酸銨 0.01 〃	

3.調查事項：

(1)栽培期間之溫度與培養液之pH及EC變化情形。在栽培床內之培養液中裝有pH、EC和溫度感應器（包括裝置於培養液、溫室內和溫室外），以數字顯示，每半小時以電腦記錄一次。

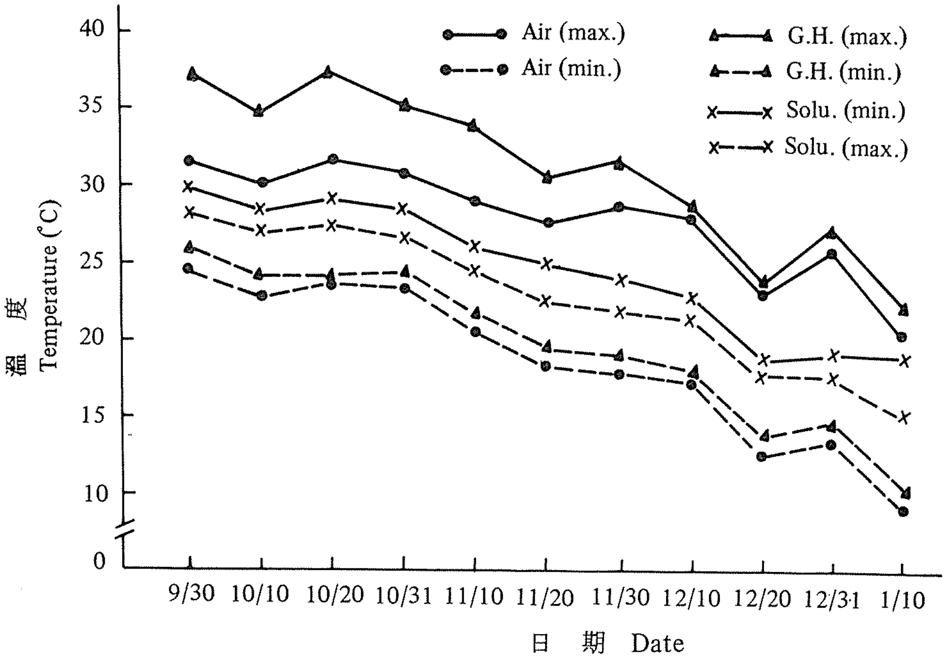
(2)每週取樣分析培養液之五要素（NO_3-N、PO_4-P、K、Ca、Mg）消長情形。

(3)果實採收期調查果實外觀、果肉、品質（質地、糖度）和果重等項目。

三、結果與討論

(一)栽培期間之溫度與培養液pH, EC之變化

74年秋作栽培期間液溫、氣溫和室溫皆由高而逐漸降低（圖二）。液溫最高由9月下旬30℃到1月上旬降爲19℃，最低由28℃降爲15℃。雖然每旬溫度皆有所變化，但是液溫之每日溫差變化很少，而室溫和氣溫之每日溫差變化大。並且室溫之最高平均自定植到12月上旬皆在29℃以上，12月中旬後才下降29℃以下。氣溫之最高雖比室溫低些，但12月上旬前仍在28℃以上。



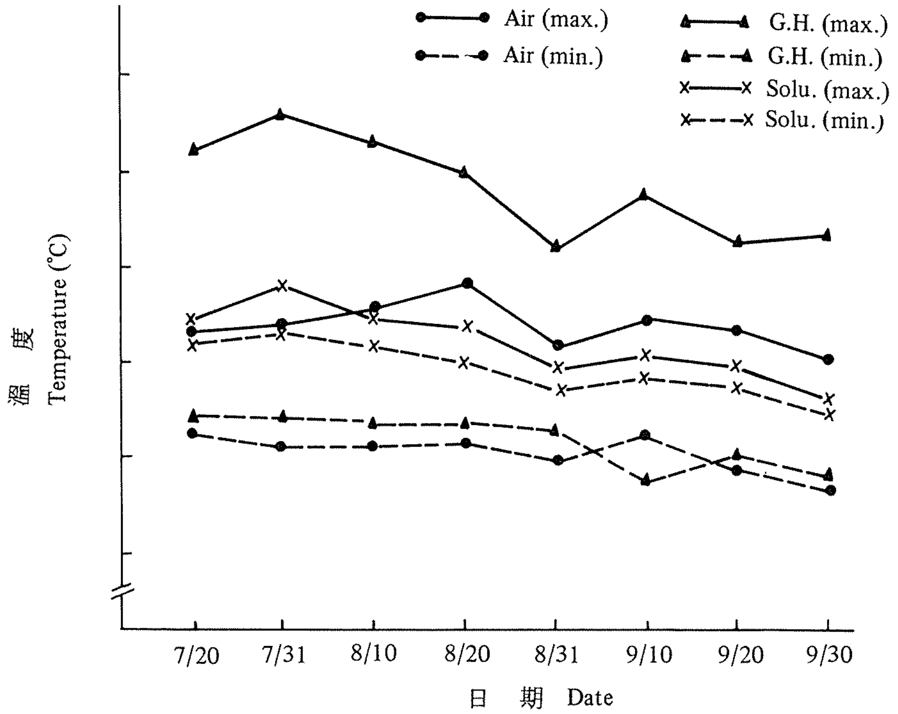
圖二　秋作洋香瓜溫室及水耕液溫度之變化（1985）

Fig. 2. Temperature change in the greenhouse and culture solution during the growth period of muskmelon (autumn, 1985).

75年夏作之液溫、室溫和氣溫之平均最高除在9月下旬之液溫外，皆超過30℃（圖三），尤其最高室溫8月上旬前超過40℃以上，8月中旬以後也在35℃以上；而高液溫在7月下旬達34℃。至於每日之最高最低液溫之變化不大，約於30℃上下呈平行線，但室溫和氣溫變化很大。由於液溫高時溶氧量少，而且於高溫下根所需之氧消耗大[3]。洋香瓜溶氧消耗量又因其栽培階段（stage）而有不同，以網狀期之消耗氧量最多[5]。因此，在熱帶地區之水耕方法與溫帶地區比較更需注意有效的供氧栽培方法。

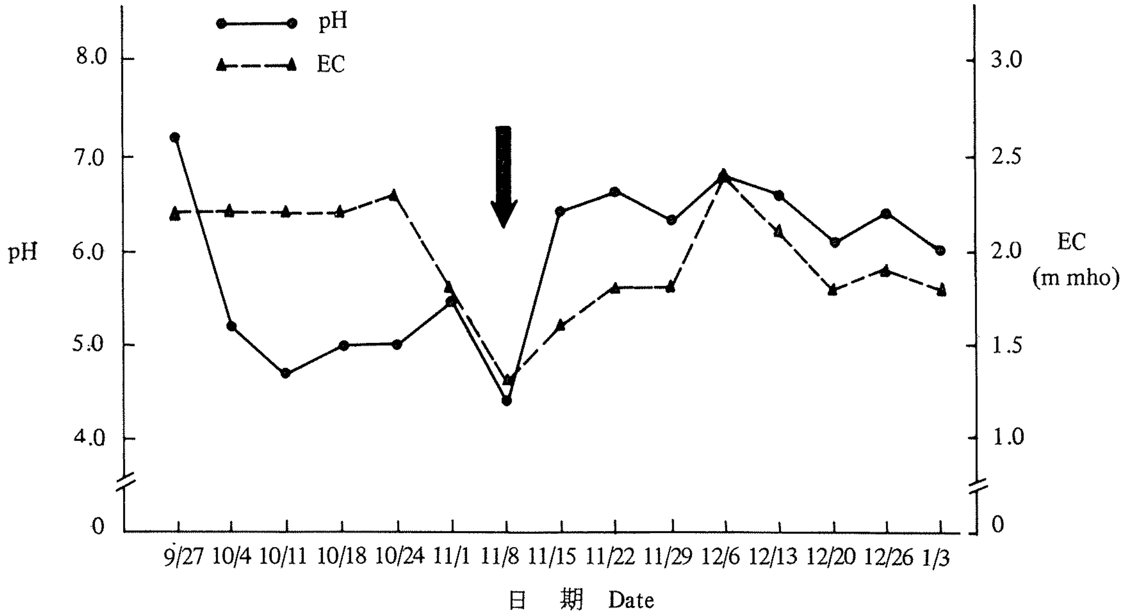
(二)培養液之pH和EC的變化

74年秋作培養液之pH，自定植後逐漸降低，授粉幼果期（11月8日）曾降到pH 4.4。爲避免根部受酸害，每噸培養液加氫氧化鈉6公克以提高pH值至6.5。而後pH雖略有變化，但均維持在pH 6左右。EC則於定植後穩定維持在2.2 mS/cm 左右，但於授粉幼果期（10月24日到11月8日）急速下降，至果實肥大期再逐漸上升，果實成熟期再略爲下降（圖四）。



圖三 夏作洋香瓜室溫及水耕液溫度之變化（1986）

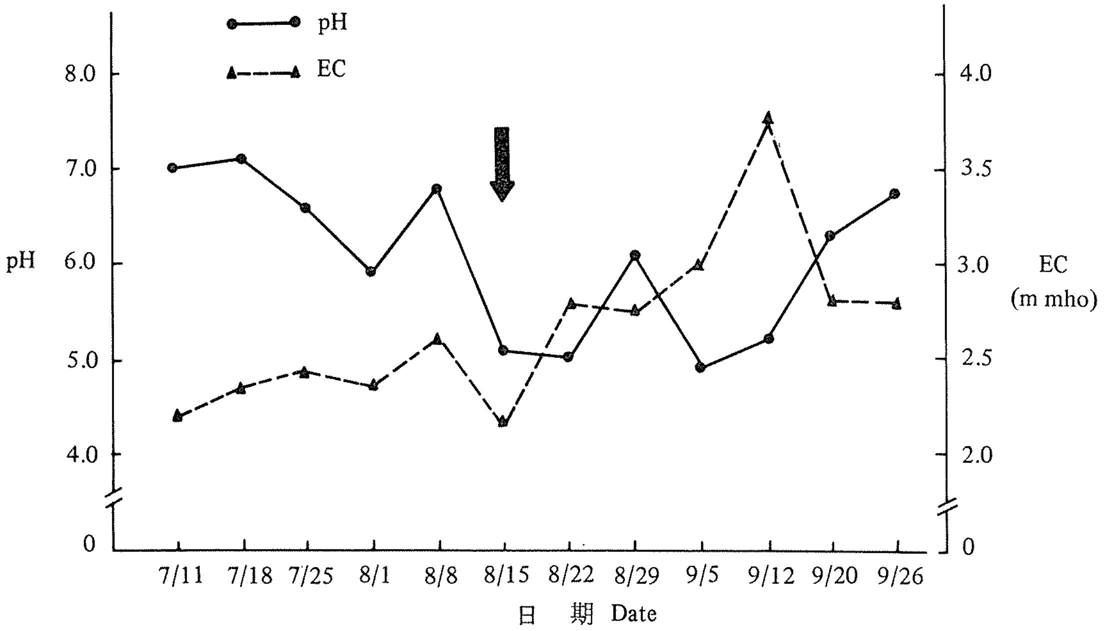
Fig. 3. Temperature change in the greenhouse and culture solution during the growth period of muskmelon (summer, 1986).



圖四 秋作洋香瓜水耕栽培 pH 和 EC 之變化（1985）

Fig. 4. Changes of pH and electrical conductivity (EC) in the nutrient solution during the growth period of muskmelon (autumn, 1985).

75年夏作培養液之pH變化曲線大致與秋作相類似；定植後pH略爲下降，於授粉幼果期下降至pH 4.8，然後同樣以氫氧化鈉中和以提高其pH，至果實成熟期pH逐漸回升。EC之變化於栽培之初期保持穩定或略微上升，到授粉期同樣呈急速下降，於果實肥大期再逐漸上升，唯其上升速度較秋季爲快，果實成熟期之EC仍有同樣的下降趨勢（圖五）。

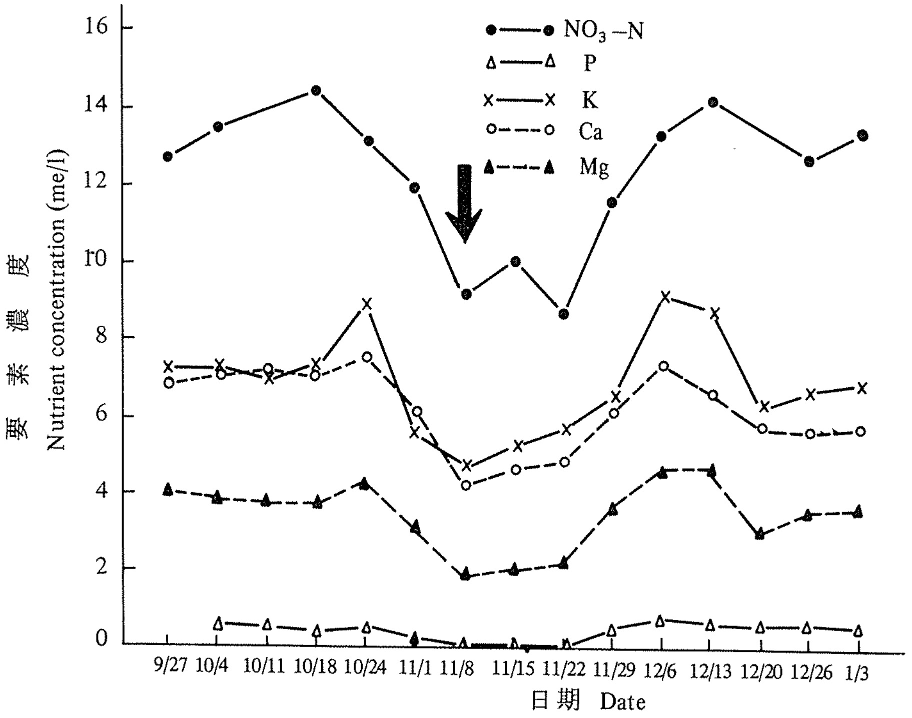


圖五 夏作洋香瓜水耕栽培pH和EC之變化（1986）
Fig. 5. Changes of pH and electrical conductivity (EC) in the nutrient solution during the growth period of muskmelon (summer, 1986).

㈢培養液之成分變化

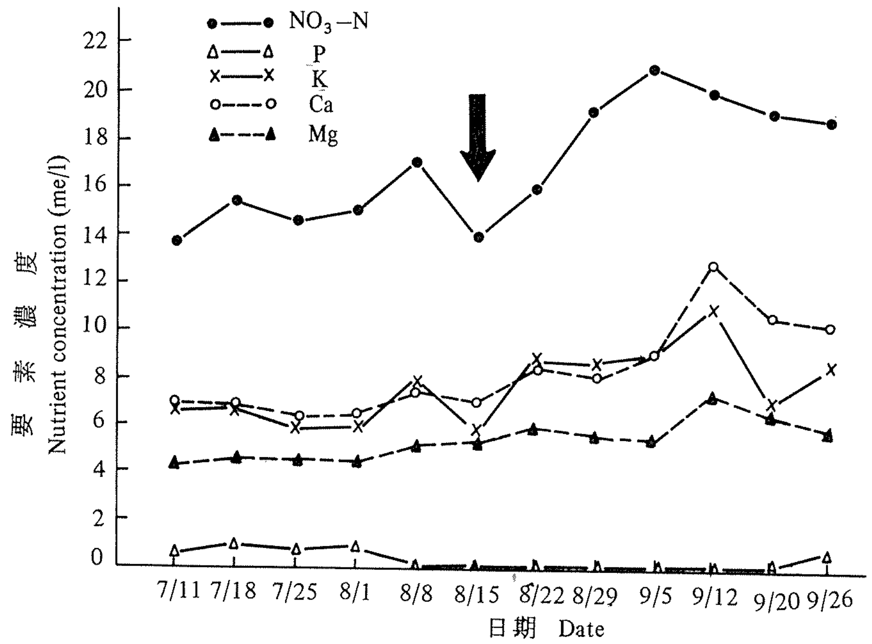
74年秋作培養液中五要素之變化曲線，大致與上述EC之變化一致（圖六）；初期略呈平穩現象，開花授粉期前一週和授粉後二週之培養液的五要素濃度皆下降；果實肥大期又逐漸上升，而果實成熟期再次下降，顯示授粉及幼果期前後養分吸收大，果實肥大期養分吸收逐漸減少，果實成熟期吸收又增大。值得注意的是自授粉期到成熟期有關鈣之吸收比鉀爲多。另PO_4-P雖然有4 me/l供應量，但培養液磷之濃度自始至終很低，且並未發生缺磷之現象，或許部份可能與硝酸鈣作用而形成磷酸鈣［$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$］之沈澱。雖然栽培期間養液中之要素有所波動，但大致尚稱穩定。換言之，秋季之培養液可依山崎洋香瓜之培養液標準或略爲降低硝酸鉀之濃度行栽培，唯養液栽培管理上必須留意的是於開花授粉、幼果期間需隨時注意pH之下降，並以氫氧化鈉中和，避免培養液pH之急劇變化。

75年夏作培養液之五要素變化，也與EC變化具有相同之趨向（圖七）。各要素皆呈平穩而略微上升現象，但開花授粉期培養液中NO_3-N和K減少，而鈣和鎂却仍保持穩定，表示夏作之授粉幼果期NO_3-N和K之吸收多而鈣和鎂未見增加。此點爲與秋作之洋香瓜的吸收不同之處。果實肥大期培養液NO_3-N和Ca之逐漸偏高爲致使濃度上升之原因。而Ca之濃度的上升，通常與高液溫狀況下洋香瓜吸收能力下降有關[6]。NO_3-N之濃度上升，其似與溫度無關，而爲供給濃度過高所致。至於培養液中PO_4-P濃度很低，但植株並未發現有缺磷現象，或許因爲磷



圖六　74年秋作洋香瓜品種水耕試驗栽培期間培養液五要素（NO_3-N, P, K, Ca, Mg）組成之變化

Fig. 6. Change in concentrations of 5 nutrients in the culture solution during the growth of muskmelon in autumn, 1985.

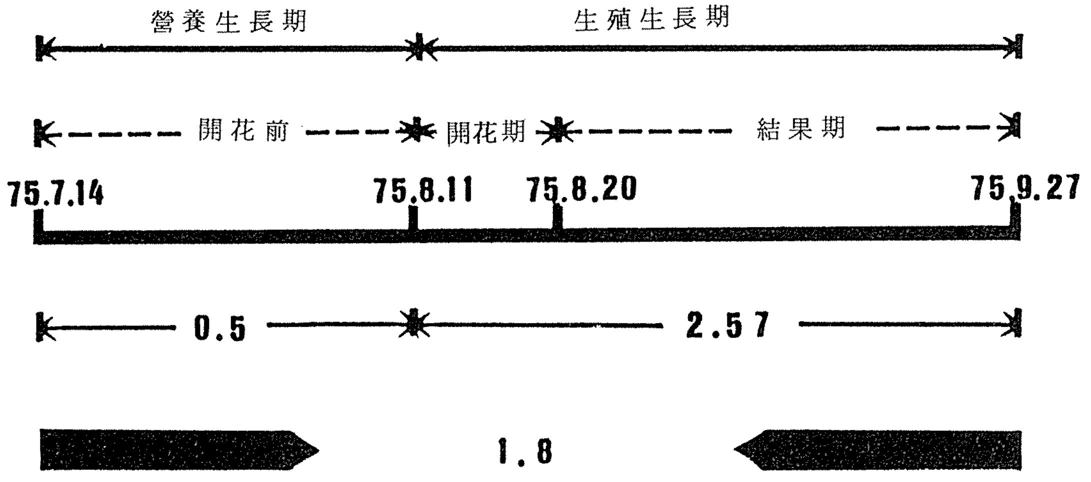


圖七　75年夏作洋香瓜品種水耕試驗栽培期間培養液五要素（NO_3-N, P, K, Ca, Mg）組成之變化

Fig. 7. Change in concentrations of 5 nutrients in the culture solution during the growth of muskmelon in summer, 1986.

酸鈣沈澱發生。因此夏作由上述EC之逐漸上升，與經由培養液分析結果可確定NO_3-N之過剩是其中的一原因；其他Ca^{++}和K^{+}之略偏高，也是造成EC上升之原因。因此，夏作栽培上有需略降低其濃度，尤其降低NO_3-N濃度是必要的。依培養液之組成變化，洋香瓜夏季吸收之養分約爲NO_3-N＝12、PO_4-P＝4、K＝6、Ca＝6、Mg＝4 me/l。

另依夏作水份之消耗量計算，營養生長時期（7月14日到8月11日）每株每日消耗量爲0.5公升，開花（8月11日）到收穫（9月27日）止每株每日消耗量增爲2.57公升。自定植到收穫爲止，計每株消耗量爲135公升，平均每株每日消耗量爲1.8公升（圖八）。此消耗量比較溫帶地區之洋香瓜爲多。籠橋（1981）指出日本之春作約每株93公升，夏作爲113公升。消耗之水量雖有不同，但是本省以夏季每株消耗之培養液量135公升，再以上述五要素之大致吸收濃度計算，每株NO_3-N、PO_4-P、K、Ca、Mg之吸收量分別爲22.68公克、5.56公克、31.59公克、16.2公克、6.48公克。此項數值與籠橋之水耕洋香瓜之吸收量大致相近。



圖八 夏作洋香瓜水耕栽培期間之水分消耗量（公升／株／天）（1986）
Fig. 8. Water consumption during the growth period of muskmelon in summer, 1986 (l/plant/day).

無論秋作或夏作，除在養分吸收上有所不同外，由定植到採收，從養分吸收之觀點，大致可分爲授粉前之營養生長期、授粉幼果期、果實肥大期和果實成熟期等四個不同之吸收階段。就所供給之山崎培養液之吸收情形而言，營養生長期，大致維持平衡狀態；於授粉幼果期則要素之吸收量增強，使培養液濃度降低；果實肥大期吸收減緩；成熟期又略爲增強。其吸收曲線雖有高低之變化，但整個栽培期如以山崎洋香瓜培養液標準行水耕，大致可維持在平衡之吸收範圍內，如能留意幼果期培養液pH之下降問題，就可得到良好的收穫。

(四)品種比較：

74年秋作16品種中，以品質爲優先入選條件，選定Aska、阿魯斯東海S78、Green pearl、Bonus melon四品種最爲優良，其糖度皆在15° Brix左右。自種植到採收期間Aska爲3個月，阿魯斯東海S78和Green pearl、Bonus melon三品種約爲3個半月。此等品種皆爲引進之溫室品種（表三）。另夏作方面，大部份品種皆在定植後70天到75天收穫，糖度也較秋作爲低，而果重比秋作爲大。經以品質爲入選優先之條件，選定大和農園Punch melon（蜜香瓜

)、農友No.757和No.731、天惠melon 和Aska F_3 爲適合夏季栽培，其糖度13～14° Brix之間（表四）。

表三　74年秋作洋香瓜品種水耕栽培之特性

Table 3. The fruit characters of muskmelon used by hydroponic culture in autumn, 1985

品　　種	果實外觀		果　　肉		果實	果重	備註
	色澤	網紋	色澤	厚度	糖度	(g)	
					Brix°		
1. Aska	青綠	有	淡綠	3.0	15.1	1,192	√
2. Cabin	青色	無	淡綠	1.4	14.7	1,004	
3. 中國哈蜜瓜	淡黃	無	淡黃	2.4	12.3	888	
4. 眞珠100	青綠	有	淡綠	2.6	14.1	608	
5. 東海S78	青綠	有	淡綠	2.5	15.4	712	√
6. 東海G35	青綠	無	淡綠	2.6	13.4	704	
7. 新世紀	淡黃	無	淡黃	2.7	12.4	848	
8. 玉露F_1	玉白	無	淡青	1.6	9.8	464	
9. 天香	青綠	有	淡綠	2.2	13.1	708	
10. 玉露F_2	玉白	少	淡青	1.9	10.8	432	
11. 南海阿魯斯	淡綠	有	淡綠	2.3	11.8	824	
12. Green pearl	綠青	有	淡綠	3.0	14.7	1,068	√
13. 台中一號	青綠	無	淡綠	2.4	10.3	804	
14. 蜜世界	青白	無	淡青	2.4	10.6	836	
15. Bonus melon	綠	有	青綠	2.7	14.0	1,004	√
16. A.melon	綠	有	淡綠	2.3	11.4	636	

註：1. 定植日期：74. 9. 24.

2. 授粉期：74. 10. 27.～74. 11. 8.

* 溫室屋頂爲台製玻璃纖維

表四　75年夏作洋香瓜品種水耕栽培之特性

Table 4. The fruit characters of muskmelon used by hydroponic culture in summer, 1986

品　種	果實外觀		果肉		果實	果重	備註
	色澤	網紋	色澤	厚度	糖度	(g)	
				cm	Brix°		
1. F-74-545	杏黃	有	紅	2.7	8.9	1,004	
2. F-74-555	杏黃	有	微紅	3.1	10.5	1,076	
3. F-74-765	杏黃	有	微黃	3.7	11.5	1,544	
4. 蜜香瓜(大和)	金黃	有	青白	3.8	13.6	2,260	√
5. F-74-757	青綠	有	微綠	3.8	12.6	2,044	√
6. F-74-711	杏黃	有	淡白	2.9	12.5	1,268	
7. 東海S78	青	有	淡青	3.3	12.2	1,536	
8. F-74-731 農友	微黃	無	淡白	2.6	12.9	1,484	√
9. 美國紅肉	咖啡	有	紅	4.0	7.1	1,688	
10. 玉露 F_3	黃	有	微青	2.7	12.4	1,352	
11. 蜜世界	淡白	無	淡青	2.8	12.1	1,476	
12. 天惠melon	青皮	有	淡青	3.3	13.3	1,368	√
13. Green pearl F_2	土黃	有	淡青	3.3	11.2	1,516	
14. Cabin F_2	青綠	有	淡青	3.5	11.9	1,604	
15. Aska F_2	杏黃	有	淡青	3.5	11.1	1,220	
16. Aska F_3	土黃	有	青黃	3.9	13.4	1,616	√

1. 定植日期：75.7.14.

2. 授粉日期：75.8.11.～75.8.20.

3. 採收日期：75.9.22.～75.9.30.

* 溫室屋頂爲美製奇異耐力板

照片 1　洋香瓜水耕育苗

照片 2　洋香瓜水耕試驗結果情形

參考文獻

1. 沈再發　1985　數種蔬菜水耕栽培初步試驗　夏季蔬菜生產改進研討會專輯 p.193～212。
2. 沈再發　1985　設施園藝生產技術一養液栽培　八萬農業建設大軍訓練教材 p.29～42。
3. 沈再發　1987　台灣之養液栽培問題及展望　台灣農業 23(1)：47～55。
4. 山崎肯哉　1982　養液栽培全編　博友社。
5. 山崎肯哉　1986　養液栽培技術の發展經過と今後の方向　農業および園藝　61(1)別冊：27～34。
6. 山崎肯哉、鈴木芳夫、篠原溫　1976　主要蔬菜の養液栽培（水耕）に關する研究特に培養液管理とみかけの吸收濃度（n/w）について　東教大農學部紀要 22:53～100。
7. 佐佐木皓二、板木利隆　1978　メロン培養液組成おすび夏作品種にて　神奈川園試果菜試驗成績書（昭和 53 年）。
8. 板木利隆、佐佐木皓二、宇田川雄二　1984　養液栽培の實際　日本農電協會。
9. 增井正夫、水田上策毅　1966　メロンの養分吸收に關する研究（第 6 報）　日本園學雜 36(2)：127～133。
10. 增井正夫、糠谷明、石田朋　1979　メロンの窒素營養に關する研究（第 1 報）日本園藝學會昭和 54 春要旨 186～187。
11. 糠谷明　1987　溫室メロン栽培の實際　農業および園藝 62(1)：175～184。
12. 瀨古龍雄、市村尙、岡野剛健、小田切文朗　1985　メロンのつくり方　日本農山漁村文化協會。
13. Ikeda H., and T. Osawa. 1981 Nitrate- and ammonium- N absorption by vegetables from nutrient solution containing ammonium nitrate and the resultant change of solution pH. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50 (2): 225–230.
14. Ikeda H. and T. Osawa. 1983 Effect of ratios of NO_3 to NH_4 and concentrations of each N source in the nutrient solution on growth and leaf N constituents of vegetable crops and solution pH. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 52 (2): 159–166.
15. Kagohashi S., H. Kano, and M. Kageyama. 1978 Studies on the nutrition of muskmelon (*Cucumis melon* L.). I. Characteristics of nutrient uptake by muskmelon. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 47 (2): 203–208.
16. Kagohashi S., H. Kano, and M. Kageyama. 1981 Effect of controlling the nutrient uptake on the plant growth and the fruit qualities of muskmelons cultivated in autumn and spring. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50 (3): 306–316.
17. Kano H., S. Kagohashi and M. Kageyama. 1978 Studies on the nutrition of muskmelon (*Cumumis melo* L.). II. Effect of the controlled nutrient supply after pollination on the growth and fruit qualities of muskmelon. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 47 (3): 357–364.
18. Kano H., S. Kagohashi, and M. Kageyama. 1981 Relationship between organ growth and nitrogen accumulation in muskmelon. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50 (3): 317–325.
19. Masui M., A. Nukaya, and A. Ishida. 1982 Effects of nitrogen form on growth of muskmelons. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50 (4): 475–480.
20. Namioka H. 1976 Kuntan as a substrate for soilless culture. 4th IWOSC proceeding. 289–302.

SUMMARY

Muskmelons were cultivated with root-floating hydroponics in the Yamasaki's melon nutrient solution. The cultural practice of muskmelon was divided into two growing seasons. Selecting for suitable varieties and the nutrient uptake of plants were investigated in each season. From a standpoint of plant growth and fruit qualities, Tohai S-78, Aska, Green pearl and Bouns melon were selected as best cultivars among 16 varieties in autumn 1985. And, KN No. 757, KN No. 731, Punch melon, Aska F_3, Tien-Huei melon varieties were found to have better performance among 17 varieties tested in summer, 1986.

The nutrient uptake varied with growing season; EC increased gradually in summer, but quite stable in autumn. The uptake of Ca^{2+} was showed higher in autumn than that of summer. Remarkably increase in nutrient uptake was observed during the flowering and fruit setting stage in both growing seasons.

From these experiments, it is concluded that Yamasaki's melon culture solution can be used for the growing of muskmelon in the tropics. Care should be taken to prevent the drop of pH during fruit enlargement stage by the addition of sodium hydroxide whenever necessary.

討　論

高德錚（台中區農業改良場）問：

1. 台中1號洋香瓜之網紋在水耕時為何不出現？
2. 水耕洋香瓜之糖度（Brix）僅14度左右，如此品質算優嗎？
3. 開花結果期中EC及pH會下降，可否在此時將EC或濃度提高，來解決此問題？

許淼淼答：

1. 台中1號在我們秋季的試驗中因受蔓割病的影響，後期生育不佳，故未呈現其應有的品種特性。
2. 那是夏作的情形，而秋作的栽培選拔上，最早我們選出這幾個品種有達到17°（Brix），甚至高達18.5°（Brix）。

余增廷（農林廳）問：

就養液濃度及溫室內日夜溫差之大小探討洋香瓜之品質：

1. 甜度—尤其夏季偏低？
2. 質地的粗細？

許淼淼答：

1. 在溫室中溫差的變化是比溫室外還小，事實上並不差1～2℃。
2. 有關洋香瓜品質問題，是依品種而異，有些品種適合秋冬季栽培，而有些即適合夏天栽培，目前我所報告的品種是秋作的結果。我剛剛有提出一個農友No.757的品質在夏作、秋作的表現都很好。秋作糖度17.6 Brix，夏作糖度13°以上，較適全年栽培。

沈再發答：（補充）

葉菜類與洋香瓜不同，因洋香瓜是要採收果實，而且在末期應乾燥，才能夠顯現其香味、甜味，此是較難突破的問題。

亞蔬非循環式水耕栽培法†

今井秀夫 *

AVRDC Noncirculating Hydroponics System

Hideo Imai

SUMMARY

The AVRDC soil science unit developed a noncirculating hydroponics system which requires neither aeration, nor any check of pH, EC, temperature or nutrient. Once the facility is established, the only input required is the addition of nutrients once every three weeks. Composition of nutrient solution need not change for each crop.

During 1986, soybean, sweet pepper, large-fruited tomato, melon, and cucumber were all successfully grown during the summer. Yields of the latter three were 3.1 kg (average fruit wt: 150 g), 2.34 kg, and 4.72 kg/plant, respectively.

INTRODUCTION

Hydroponic plant culture can be superior to soil culture in many respects: (1) land is unnecessary, only water must be available; (2) no hazard from continuous cropping; (3) chemical free product; (4) shortened growth period; and (5) high yield and better quality.

Modern hydroponic systems are fully computerized and automatically control pH and electric conductivity (EC) adjustments, air and solution temperature measurement and adjustment and, if necessary, automatic nutrient analysis and compensation, and a CO_2 supplier. Various systems to provide aeration and nutrient have been developed: pumping, circulation, flowing, misting, dripping, etc.

While the demand for a substantial increase in vegetable production in the humid tropics has arisen worldwide, it is well known that vegetable production is very low in the humid tropics. There are many reasons for this shortfall: the wide distribution of infertile and problem soils; the high rate of disease and insect infestation; poor soil and water management, the lack of simple but effective technologies to overcome these constraints; and probably the worst, the lack of funds and trained personnel.

---

† This work has been undertaken solely at AVRDC and will be formally reported in the AVRDC 1986 Progress Report.

Address: AVRDC, P.O. Box 42, Shauhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.

* 亞洲蔬菜研究發展中心

Hydroponics would appear to be very promising system to overcome many of these constraints. However, the utilization of hydroponics is still limited to institutes involved in scientific research and some cash vegetable crops because of the costly facilities required, their high running cost and the need for highly educated personnel. Therefore, if a hydroponic system which does not require either costly facilities, high running cost or highly educated personnel could be successfully developed, it would contribute to a substantial increase in vegetable production in the humid tropics.

The objective of this research project is, therefore, to develop a hydroponic system which requires neither costly facilities nor intensive care, and is easily operable by farmers in the tropics.

CURRENT HYDROPONICS AND THEIR CONSTRAINTS

Hydroponic systems are generally categorized into either the batch system or flowing or circulating system. The first type is commonly referred to as water culture, while the other is named according to the medium used as a sand, gravel, rockwool, vermiculite, peatmoss etc., culture. Whether or not the system adopted is successful depends on the extent to which it can meet the following requirements:

(1) avoid a great fluctuation of nutrient concentration in the culture solution;
(2) maintain the solution pH in the range of 5 to 7.5;
(3) avoid a sharp increase in solution EC (below $<$ 2 mmohs);
(4) maintain an adequate solution temperature; and
(5) provide a continuous oxygen supply.

In the batch system, pH and EC adjustment, and nutrient and water compensation are frequently required. The circulating system, which is generally installed with automatic pH and EC adjustment equipment, requires more space and facilities, and also has a very high running cost.

In summary, the major constraints of present hydroponic systems are the necessity for daily control of solution pH, EC, nutrient concentration, and the continuous supply of oxygen.

PRINCIPLES OF NONCIRCULATING HYDROPONICS

1) Background

The concept of noncirculating hydroponics was developed through the cultivation of tomato on beds raised one-meter high. Although water consumption of these tomato plants grown on high beds was only one-sixth to one-tenth of those grown on low beds only 25 cm high, the former produced a higher fruit yields than the latter.

In addition, the root systems were totally different from each other. Plants grown on the low bed were less tolerant to water stress than those grown on the high bed. This suggests that the root systems of plants are easily adaptable to its water environments. If this is true, then two root systems with different functions–one for oxygen uptake and another for water and nutrient uptake–can be developed from the same plant. Thus, the most serious constraint

in hydroponics, that is aeration, can be overcome.

2) **How to Develop Diverse Root Systems**

(a) Seedlings

The seedlings must be very healthy with active rooting. To minimize transplanting shock, soil should not be used as the seedling media. Instead, smoked rice husks (SRH), and vermiculite, or their mixture, are highly recommended as appropriate seedling media.

(b) Netting

To seperate roots responsible for oxygen uptake from roots for water and nutrient absorption, a net is set at 12 to 15 cm below the top cover where plants are held (see Fig. 1). The roots of the plant are initially forced to grow inside a wide open area between the top cover and the net. After the roots reach the net, they start growing laterally and branching vigorously. Thus, a sizable portion of roots spread above the net before passing through to reach the nutrient solution below. The roots above the net require two to three times as much oxygen as those below the net and since their main function is aeration they are called O roots.

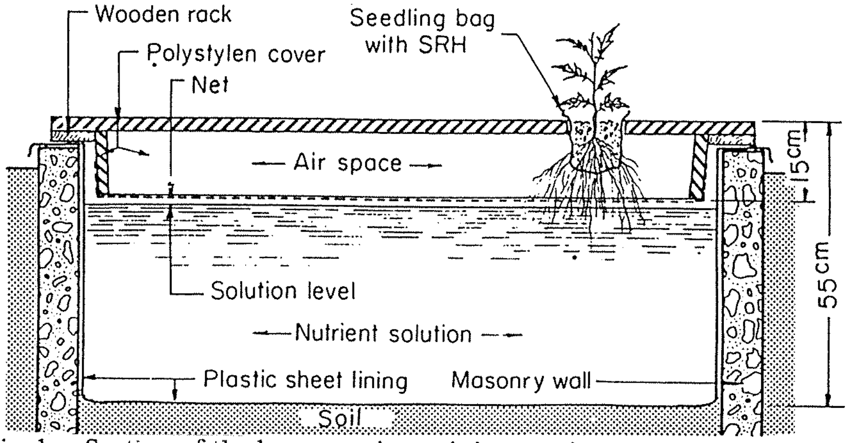


Fig. 1a. Section of the large growing unit in non-circulating hydroponics.

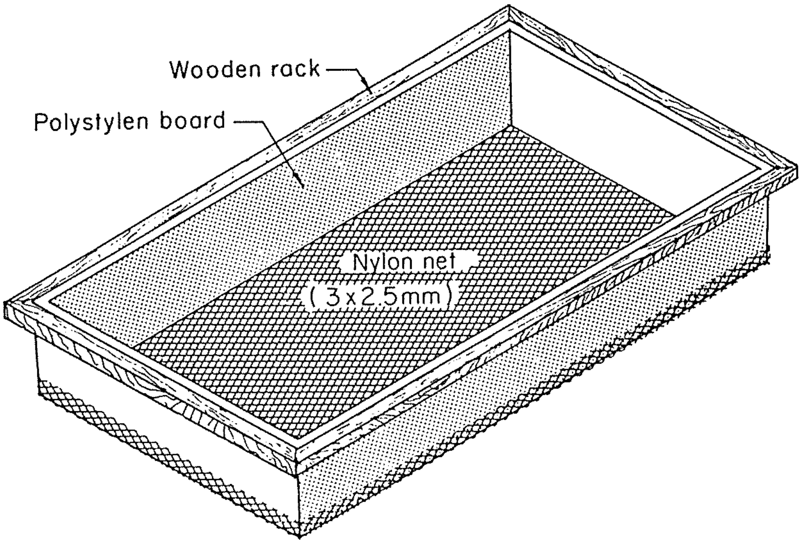


Fig. 1b. The wooden rack with net.

The success of this noncirculating hydroponics system is dependent on the speed and quantity of O roots developed. The net setting is a key technique for this system and it performs two important roles: first, in the separation of the O roots from the water nutrient roots (WN roots) and secondly, in the acceleration of lateral root growth and branching.

(c) Water management

Water management is another essential technique to properly develop the two different types of roots. During the period from one to two weeks after transplanting, the water level of the solution must be kept 5 to 10 cm above the net to immerse the seedling roots completely. (The period of immersion and the water level change based upon the growth stage of the seedlings.) The water level should be decreased as plants grow and ultimately be set at 1 to 2 cm below the net until harvest.

In the noncirculating system, however, WN roots should elongate only to a depth of 15 cm into the solution due to the limited amount of dissolved oxygen. The amount of water absorbed by plants increases greatly with plant growth, hence the water level recedes sharply daily from the fruit enlarging stage to harvest. WN roots which have stopped elongating because they have reached the nutrient solution start growing once again as the water level recedes. Although the roots below the net elongate, the length of the roots immersed in the solution remain almost the same. The portion of the roots which is increased between the net and the solution are principally O roots.

We have confirmed that after the roots were allowed to elongate by decreasing the water level for one week, and then water was added to return the water level to the original height, that within a couple of hours the tomato plants started to wilt and never recovered. The tomatoes were suffocated by the water. When WN roots are exposed to air, they take only 2 to 4 days to be converted to O roots. Therefore, when crops with vigorous top growth (especially tomato) are cultivated by this system using a small container under high population density and high temperature, it is recommended to install a simple water sensor, or some other device to automatically supply water and, thereby, keep the water level constant.

3) Nutrient Supply, pH and EC Control

(a) Nutrients

Unlike current hydroponic systems, the final goal of our noncirculating system is to simplify all of the procedures as much as possible. Thus, the following principles were tested.

(1) A nutrient solution with the same composition is used for all crops.

(2) The frequency of replenishment of the nutrient solution and/or nutrient supply (fertilizer) is dramatically reduced.

(3) A locally available fertilizer mixture is used as the sole/major source of nutrient.

Regarding principle (1), various types of crops have been grown satisfactorily with the same nutrient solution in different seasons, i.e. tomato (processing and fresh market), melon,

cucumber, strawberry, sweet pepper and vegetable soybean. Therefore, the same nutrient solution can be used for most vegetables.

The key to principle (2) depends on the container size, that is, the amount of nutrient solution stored. When, for example, 24 tomato plants were cultivated in a 200 x 150 x 50 cm^3 large container (1,500 kg of solution), fertilizer must only be applied every three weeks during the first month after transplanting, after which time frequency is increased to once evey two weeks until harvest. When a 50 x 40 x 20 cm^3 small container (40 l) is used, however, fertilizer must be added once a week, and, in summer cultivation, twice a week.

Concerning principle (3), compound fertilizers produced by the Taiwan Fertilizer Co. have been tested (No. 1 ($N-P_2O_5-K_2O = 20-5-10$) and No. 43 ($N-P_2O_5-K_2O-MgO = 15-15-15-4$) mixture). Although acceptable yields were obtained in tomato, melon and cucumber with this fertilizer (containing the compound fertilizer mixture plus micronutrients), this fertilizer mixture was apparently inferior to a nutrient solution specially prepared at AVRDC. (See fertilizer section which follows for the composition of the AVRDC solution.)

(b) pH and EC

Since the variation in the pH of the solution during one month of cultivation is within one unit, practically no pH adjustment is needed with the AVRDC noncirculating system. In circulating systems that constant pH adjustments suggests aeration or solution circulation (oxygen supply to the roots immersed in the solution) accelerates root growth into the solution, and consequently, a substantial increase of root mass in the solution results in a sharp increase of nutrient uptake by plants (especially N), hence resulting in a great change in pH. On the other hand, in the noncirculating hydroponic system, root elongation is limited only to a depth of 15 cm into the nutrient solution due to the limitation of the oxygen supply, thereby minimizing both nutrient fluctuation and change in pH.

Also, no control of EC is required in the noncirculating system.

ESTABLISHMENT OF A NONCIRCULATING HYDROPONIC SYSTEM

The minimum requirements for this system are as follows:

1) *Container:* Three container prototypes—one suitable for commercial production (Fig. 1) and two for home production (Figs. 2 and 3)—are illustrated.

For commercial production, containers should be made of bricks or a similar material. It is desirable to construct the container as deep as 50 to 60 cm below the surface in order to keep the solution temperature low. The bottom must not necessarily be constructed of bricks. According to our experience, a 0.3mm plastic sheet is strong enough to avoid leakage of the nutrient solution from the bottom for a year.

For home production, a plastic container (any shape) available locally can be used. The container in Fig. 2 is 50 x 40 x 30 cm^3 and holds 40 l of nutrient solution. This is sufficient for two melons, cucumber, tomato plants and four sweet peppers etc..

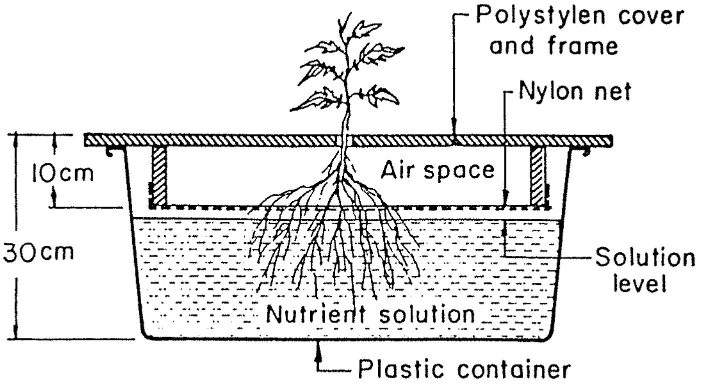


Fig. 2a. Section of small growing unit in noncirculating hydroponics.

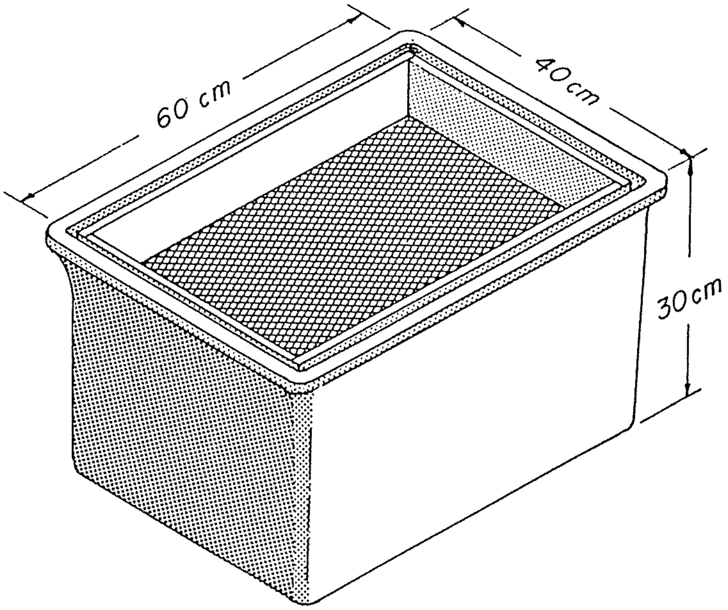


Fig. 2b. The plastic container with net.

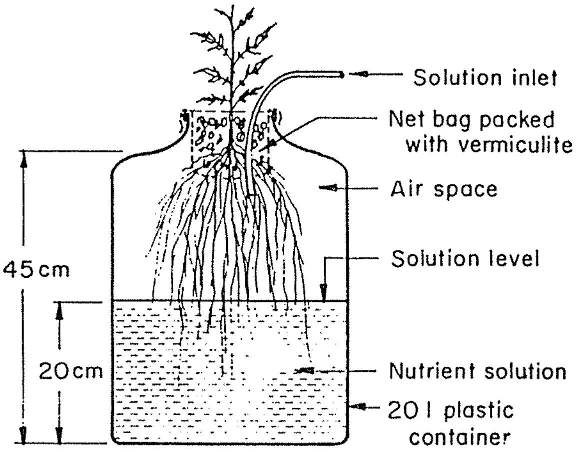


Fig. 3. Small growing unit (20 liter plastic container) in which constant level of solution is maintained throughout tomato growth stage.

2) *Net:* This is the most important component of the physical structure of the system. As is illustrated in Figs. 1b and 2b, wood is used only for the skeleton of the rack to strengthen the structure. Light materials such as polystyrol are used for both the top cover and sides to reduce the weight and to keep out heat and light. The bottom of the frame is netted. With this structure the O roots are forced to grow inside an open area between the top cover and the net. The polystyrol used for the top cover and sides also aids in the development of O roots by maintaining the level of humidity in the open area relatively high.

For home production, since the rack floats on the surface of the nutrient solution, it is entirely made of polystyrol, thereby automatically adjusting to the water level.

The netting used in this system is the type commonly used for the cultivation of tomato and Chinese cabbage seedlings. The mesh size of the net is important and the net with 3 mm x 2.5 mm is recommended for most vegetables. As previously explained, the net plays two important roles. In order to support healthy growth of plants throughout the growth period, the most important technique is how and where to net. In Fig. 4, some examples are given.

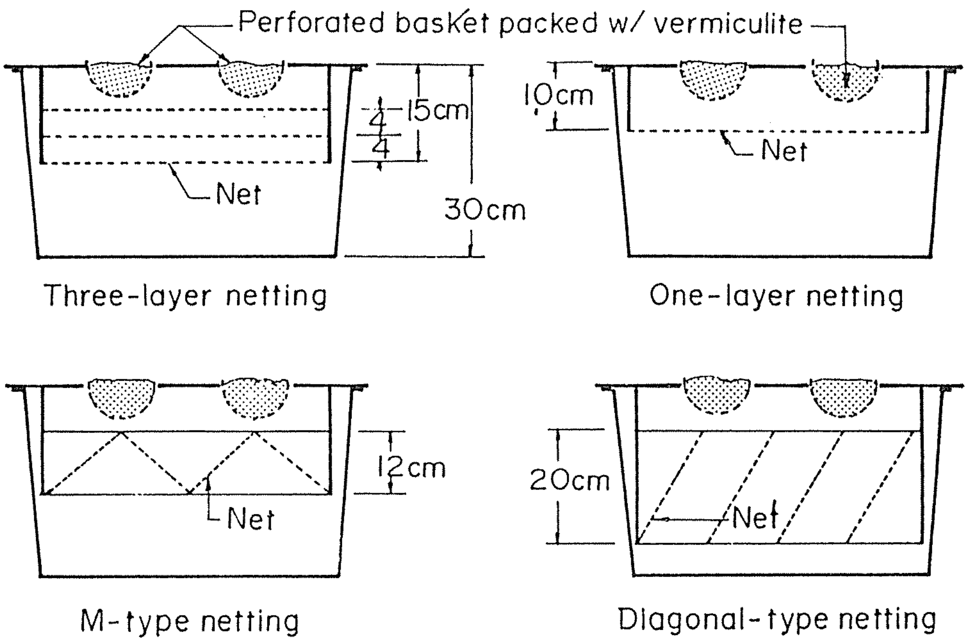


Fig. 4. Various types of netting in small containers.

3) *Seedling bag*: Seedlings prepared in SRH or vermiculite and placed in the nutrient solution are generally strong enough to minimize transplanting shock and to shorten the period of establishment. During summer cultivation, however, seedlings sometimes do not grow well in a greenhouse due to high temperature which causes a sharp decrease in the amount of dissolved oxygen in the solution and a great respiration loss of carbon assimilates. The seedlings are damaged before their roots reach the net and start vigorous elongation and branching. To avoid this hazard, we have developed a net bag seedling culture.

A bag, 8 cm in diameter and 15 cm in length is made from the same net that is used for the netting (Fig. 5). It is packed fully with vermiculite or SRH and seeds are sown directly on it. They are then cultivated with the culture solution for 3 to 4 weeks. Since after 3 to 4 weeks many roots have already passed through the net bag, the seedlings are transplanted together with the net bag and allowed to grow until harvest. Initial growth retardation in the summer cultivation is completely overcome by this net bag seedling culture.

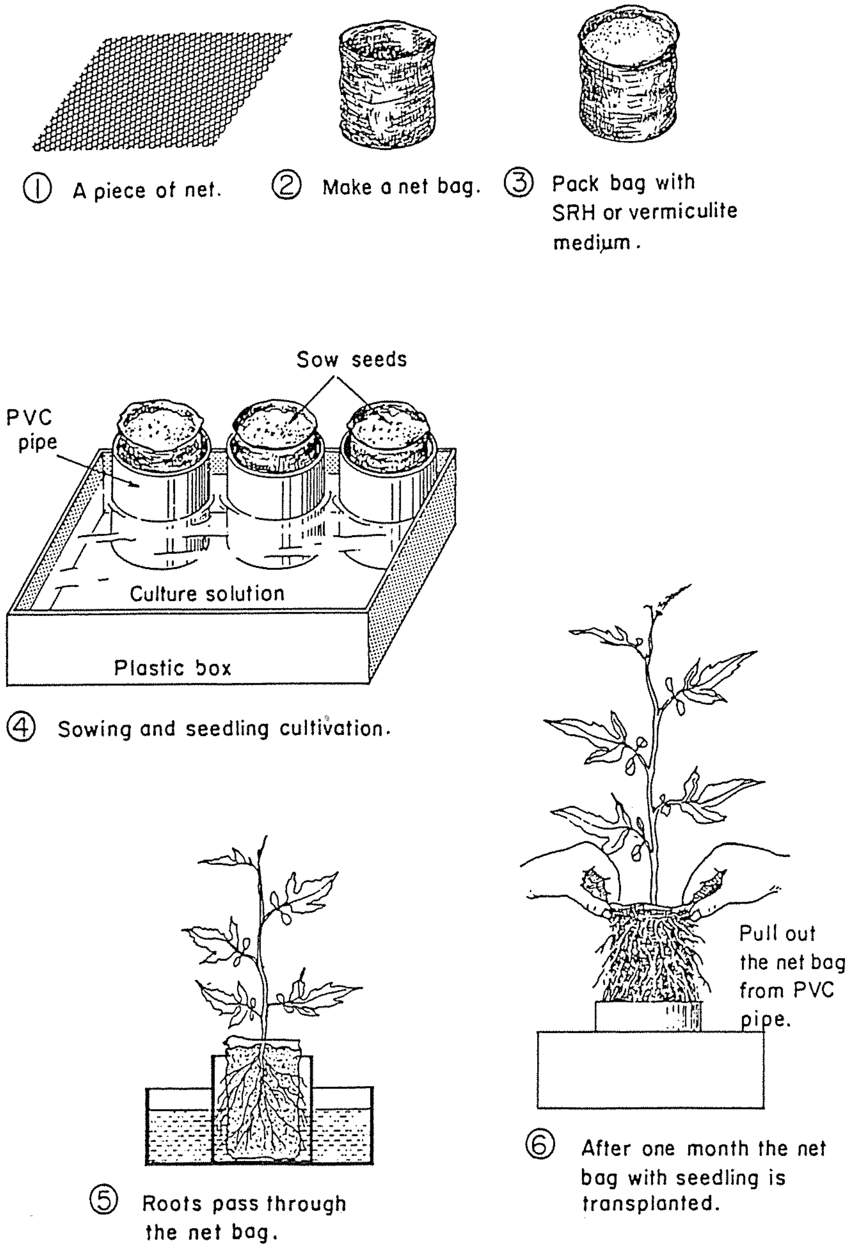


Fig. 5. Procedures for net bag culture of seedlings.

4) *Fertilizer:* The composition of the AVRDC culture solution is provided in Table 1. As mentioned during discussion on nutrients above, a commercial fertilizer mixture tested was inferior to the AVRDC solution which was specially prepared. A solid compound fertilizer and BASF (Foliar Nitrophoska) are also used in this system.

Table 1a. Constituents of Nutrient Solution*

Element	Chemical formula	Concentration (ppm)	Amount (g/l solution)
N	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	70.0	0.59
	KNO_3	30.0	0.22
P	K_2HPO_4	15.0	0.09
K	KNO_3	38.0	–
	K_2HPO_4	83.8	–
Ca	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	100.0	–
	$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	50.0	0.18
Mg	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	48.6	0.49

*Using 4 N H_2SO_4 to adjust the pH value to 6.0.

Table 1b. Constituents of Stock Solution for Microelements*

Element	Chemical formula	Concentration (ppm)	Amount (g/l solution)
Fe	Fe-EDTA**	3.00	2.2600
Mn	$MnSO_4 \cdot H_2O$	0.50	0.1540
Cu	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0.02	0.0079
Zn	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0.05	0.0220
B	H_3BO_3	0.50	0.2860
Mo	$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0.01	0.0025

*Nutrient solution is prepared by adding 10 ml of stock solution to each 1 1 solution.
**Fe-EDTA = $C_{10}H_{12}N_2O_3NaFe. 3H_2O$

5) *Simple net house:* For commercial production, the AVRDC noncirculating hydroponic system should be placed inside a simple net house to prevent insect and disease infection. See Fig. 6 for illustration of a simple net house. An iron pole is the best material to use as framework for the net house. Polyvinylchloride (PVC) pipes reinforced with cement, also provide a strong structure. Alghough bamboo may be easily available locally, is not strong enough to resist typhoons. The roof consists of a clear plastic sheet. The sides are completely surrounded with a fine net to keep undesired insects out and desired ones, such as bees, in. The construction cost using iron poles for a simple net house of 18 x 3 x 2.5 m was about US$ 1,400.

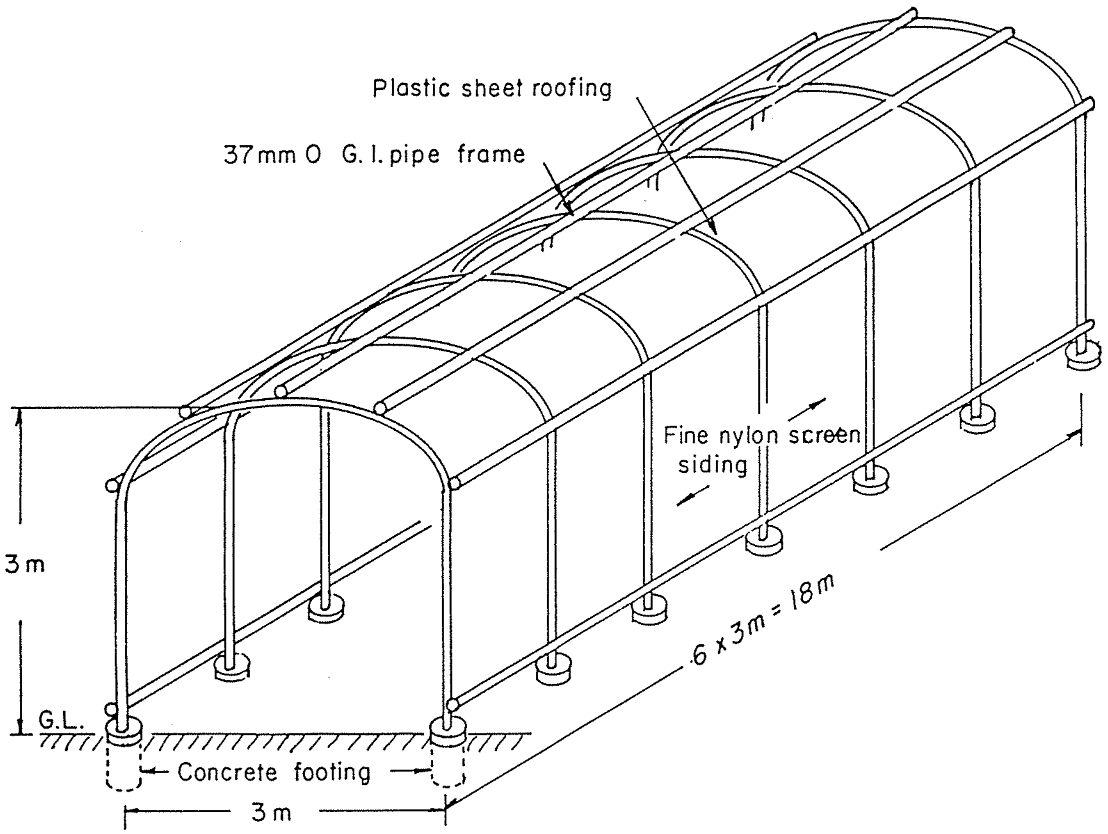


Fig. 6. A simple net house.

AUTOMATIC WATER (OR SOLUTION) SUPPLY DEVICE

a) Floating ball

This device is commonly used in the water storage area of a household toilet. In the system, three different root systems, each with different functions, are developed, namely, O roots, nutrient roots (N roots), and water roots (W root).

The nutrient solution is kept in a plastic container (50 x 15 x 15 cm^3) and put inside a large wooden box (see Fig. 7). A plastic basket with net at its bottom was used as a netting rack. Initially, the nutrient solution is applied, not only inside the container but also outside it, within the wooden box up to the level at which seedling roots are completely immersed in the solution. Due to the net at the bottom of the basket, first, roots develop uniformly in the basket, then pass through the net into both outside and inside the solution container as the level of solution diminishes. A floating ball is set at 3 to 4 cm below the top of the container, in order that when the solution level recedes several cm below the present level, water is automatically supplied from a water reservoir to return it to the desired level. Thus, the solution outside the container is gradually diluted with water and finally, turned into pure water. At the same time, the nutrient solution is successively supplied as needed into the container; consequently, N roots are separated from W roots.

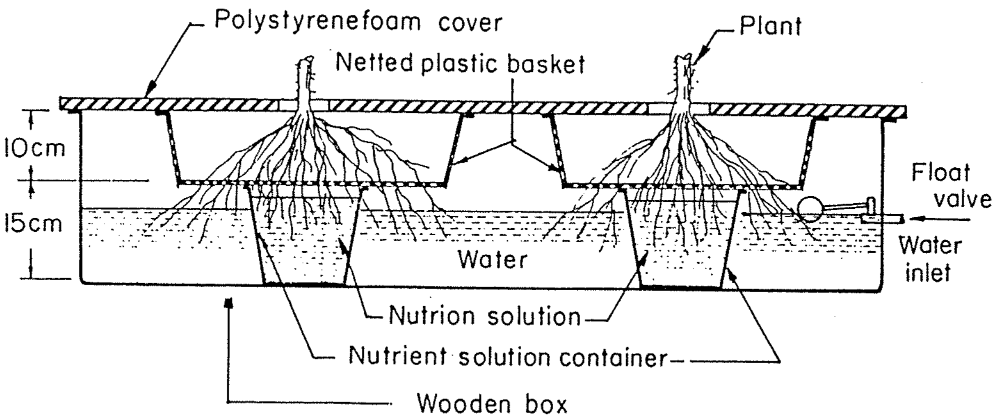


Fig. 7. Floating ball system.

There are two advantages in this system:

1) Because water is mainly absorbed through W roots, uptake of the nutrient solution by plants is much less than in other noncirculating hydroponic systems, and hence, decrease the frequency of the nutrient supply.

2) Since both W roots and N roots are floating on the surface of the solution, sufficient oxygen can be also supplied to these roots; therefore, plants show very vigorous growth even under summer greenhouse cultivation.

b) Water sensor

A precise, but inexpensive, water sensor is now available. One Taiwan-made set costs only US$ 40. A Japanese-made product is also on the local market for US$ 140. As illustrated in Fig. 8, the solution level can easily be controlled by this sensor at any height desired. This system has already successfully produced more than 3 kg of large-fruited tomato (average weight 130 g) during midsummer cultivation.

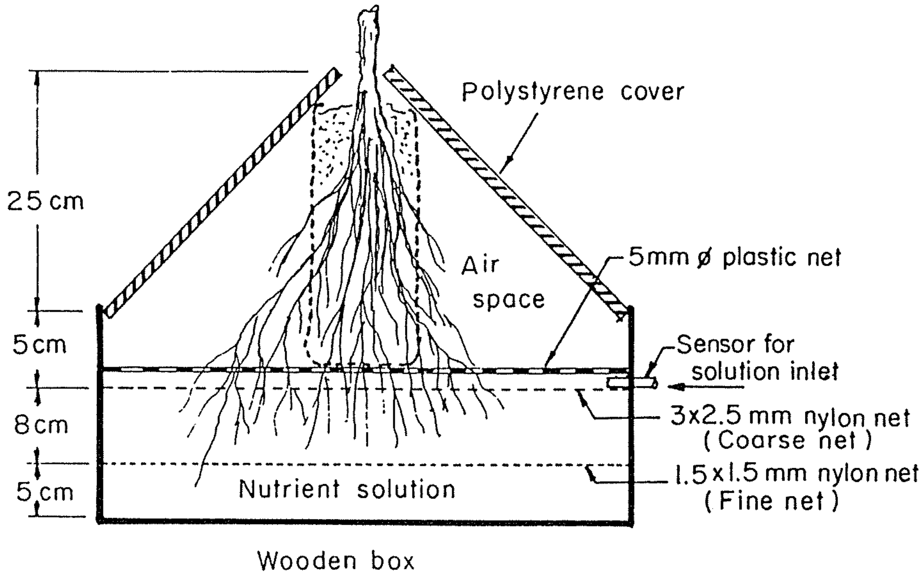


Fig. 8. Solution level controlled by a water sensor.

GROWTH PERFORMANCE AND YIELD OF SOME VEGETABLES USING NONCIRCULATING HYDROPONICS

a) Vegetable soybean

Plants which produce more protein than carbohydrate require considerable oxygen for their growth. Soybean accumulates nearly 40% of its protein in its seeds, and yield loss by flooding is enormous because of its high demand for oxygen.

In noncirculating hydroponics, however, soybean growth was very vigorous throughout the growth period, and no flood damage was apparent. It was noted that nodules were formed only on O roots. Vegetable soybean cultivar G 9038 was transplanted on 12 March 1986 and harvested on 5 May 1986. Thirty 10 day old seedlings were transplanted to a wooden container (90 x 120 x 40 cm^3, holding 400 l of nutrient solution, hereafter referred to as medium container) while 56 plants were grown in a large concrete container (2 x 1.5 x 0.6 m^3, 1500 l, referred to as large container) which was placed in a simple net house. Yield and yield components are presented in Table 2.

When fertilizer was supplied at R5 stage, the nutrient solution accidentally leaked out and this resulted in the drying up of fully developed leaves in the large container. Although soybean yield was higher in the medium container than in the large container, seed number per pod was extremely low because mutual shading of leaves came to be very serious at R4 stage due to vigorous top growth.

Table 2. Yield and Yield Components of Vegetable Soybean

Container size	Average pod No.	Pod wt (g)	Seed wt (g)	100 Seed wt (g)	Seed/ Pod (g)	Total seed wt (g/plot)	Yield (ton/ha)	Plant No./ plot area
	--------per plant-------							
Medium^z	30.9	62.9	31.1	28.3	1.1	960	8.9	30 plants/1.08m^2
Large^y	32.2	128.1	58.7	34.5	1.7	1890	6.3	56 plants/3.0m^2

^{z} Placed in greenhouse.

^{y} Placed in a simple net house constructed in field No. 28.

b) Cucumber

Cucumber has been considered to be very sensitive to all external factors and difficult to grow in hydroponics. The optimal range of solution pH is narrow (from 6.5 to 6.7) while its nutrient uptake is great. This causes a great fluctuation of both pH and nutrient concentration.

In the noncirculating hydroponics, however, cucumber proved to be one of the easiest crops to cultivate. It is highly recommended to use the seedling bag in summer cultivation to avoid transplanting shock. Cucumber growth with the seedling bag was better than that without it. In the first trial, 48 seedlings were transplanted to the large container on 14 March 1986 and

fruits were ready to be harvested one month after transplanting. During the first two weeks of harvest, cucumbers produced 256 fruits with a total weight of 23.3 kg and the average fruit weight was 91 g (Table 3). The yields decreased sharply from six weeks after the first harvest because 48 plants were transplanted to only 3 m^3 container, thereby mutual shading of leaves hastened their senescence. After most of lower leaves fell out, the plants recovered completely and produced fruit actively again. Thus, even at five months after transplantng, about 15 kg of fruits were harvested.

In the second trial, the number of plants transplanted was reduced to half of the previous trial. Twenty-four seedlings cultivated in a net bag were transplanted to the large container on 8 May 1986 and fruits were ready to be harvested three weeks later. Since mutual shading was minimized, the plants yielded more than 110 kg of cucumber during the 100 days of cultivation.

Table 3. Cucumber Yield in Noncirculating Hydroponics. Spring to Summer, 1986

Date		Fruit No.	Cucumber Fruit No.	Yield	Cucumber Yield	Average Fruit Wt
		First Cultivation				
				g	g	g
April	30	256	256	23320	23320	91
May	14	115	371	10090	33410	88
	30	182	553	13960	47370	77
June	14	102	655	6360	53730	62
	30	77	732	5910	59640	77
July	14	59	791	5220	64860	88
	31	141	932	15080	79940	107
August	20	128	1060	15040	94980	117
		Second Cultivation				
June	14	97	97	9650	9650	99
	30	177	274	22400	32050	127
July	14	270	544	29340	61390	109
	31	387	931	34140	95530	88
August	20	140	1071	17710	113240	126

c) Melon

Similar to cucumber, melon developed very long, but less branched roots which were characterized by big and voluminous root hairs. Due to the root hairs, the roots floated on the surface of nutrient solution even without a net. But the net was very effective to develop O roots hence this is one of the most promising crops for cultivation in noncirculating hydroponics. In an early summer trial (transplanted on 8 May 1986 and harvested several times from 2 July to 20 August), 24 plants produced 38 fruits which weighed 56 kg, in 100 days cultivation. The average

fruit number and fruit weight per plant were 1.58 and 1,480 g, respectively. Similarly, 24 melon plants which were transplanted on 17 July 1986 and harvested on 8 September yielded 25 fruits with the total weight of 41.8 kg. The duration from transplanting to harvest was 53 days.

Melon was also grown in the small container (40 x 30 x 35 cm^3) in a greenhouse at midsummer successfully. Although air temperature inside the greenhouse went up to 45°C, the small container provided two plants with enough space and nutrient, consequently, each plant yielded two fruits with an average weight of 1.75 kg. Melon requires high temperature and light intensity for healthy growth and is also very susceptible to fusarium wilt, gumny stem blight and powdery mildew. Cultivation in a net house and sparse planting are highly recommended.

d) Tomato

Tomato is one of the most popular vegetables being cultivated in hydroponics. Tomato plants have tremendous rooting ability, and easily root directly from stem whenever placed under a high humid condition. In summer, however, yields decrease sharply due to high temperature and flooding in the tropics and cultivation by hydroponics was far more difficult than cucumber or melon. Fortunately, this difficulty can be overcome by:

1) using net bag for seedling preparation;
2) avoiding a great decrease in water head (more than 5 cm from the pre-set) by a simple system of automatic water supply; and
3) minimizing fluctuation of nutrient concentration in the solution.

In the summer of 1986, we succeeded in harvesting nearly 3 kg of large-fruited tomato using the AVRDC noncirculating hydroponics system. The average fruit weight was 130 g, but the largest one exceeded 200 g.

e) Leafy vegetables

Several leafy vegetables have been grown using the small container with different netting systems. Growth rate of these vegetables was very fast and they were ready to be harvested within one month after sowing. Only basal fertilizer was necessary.

REFERENCE

1. Guminska, Zofia. 1976. The hydroponic culture of plants. Warsaw, Poland, Foreign Scientific Publ. Dept. of Nat'l Center Sci., Tech., & Econ. information.
2. Hewitt, E.J. 1966. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. Techn. Communication No. 22, Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation crops. England.
3. 山崎肯哉 1984 養液栽培全編 博友社。

摘　要

亞洲蔬菜研究發展中心土壤系，已發展出一套簡易的非循環式水耕栽培系統；此系統不需要通氣設備，亦不必隨時調整溶液的酸鹼值、電導度、溫度及養分成份。一旦設備完成後，惟一所需的管理爲三週一次的施肥，並且營養溶液的配方可適用於各種作物。

於 1986 年的夏季，已栽培成功大豆、甜椒、番茄（大果）、洋香瓜及小黃瓜。後三者的產量分別達 3.1 公斤（平均果重 150公克），每棵 2.34 公斤及 4.72 公斤。

討　論

林學正（台南區農業改良場）問：

氧根與營養吸收根（水養根）在解剖上有何不同？

氧根浸入水中會有吸收功能嗎？

馬清華答：

目前我們尙未進行其解剖的研究，但其外觀是完全不同。氧根上有很多的根毛，就如高博士所說的一樣，看來像發霉一樣，氧根在溶液中有無吸收是非常重要的，也就是我們一直強調維持一定的水位。在溶液中的營養根當水位下降時會轉換成氧根，當氧根再浸入溶液時，無法恢復爲營養根，所以他會很容易的爛掉。

余增廷（農林廳）問：

水根和營養根應該沒有不同吧？

馬清華答：

實際生理我不懂，在外觀上水根量少，比較長和粗；營養根需吸收養份，發展的比較發達。

高德錚（台中區農業改良場）問：

1. 若用自來水作配料而不添加微量元素，則鐵缺失之問題如何解決？
2. 當大規模栽培時，若僅利用浮球補水，則營養液濃度之變化極大，請問如何解決？
3. 上位根形成氣根時，一旦浸水，極易死亡。

馬清華答：

我們已朝這個方向努力，即使使用很純的蒸餾水都不見得會出現微量元素的缺乏病狀，故我們認爲自來水內應可供應，但我不能確定。目前台肥已有很簡單的配方，這也是我們的目標一簡化配方。

番茄的水位，事實上那個系統是水和營養份分離的系統，自來水的水位用浮球控制，營養液即無控制，在小規模上，營養液不斷的補充，EC是會升高，因在我們的溶液配方裏，pH的升高範圍在6.5－7.5左右，故不需調整。但EC在小容器時升太高，則幾週即倒掉換新的溶液；若大面積則不更換溶液，尙生長良好。但在大規模上仍應朝配方簡單的目標研究。

溫室結構設計與環境控制

王鼎盛 *

A Concept of Structural Design and Environment Control in the Greenhouse

Tin-Sen Wang

摘　　要

設施園藝的發展，在營運上有兩極端的傾向。一以投入大量的資金，建立較大規模的設施，完備的裝置及高水準栽培管理技術的環境控制溫室園藝。另一爲以最低需要的投資金額及勞力，構築簡易、無加溫冷却設施，以自然修正環境的設施園藝。兩者在機能型態上雖有相異，然基本上有其共同的技術及思想。

本文以農業工程之立場，依其共同觀點，在溫室結構設計的原則與環境控制手段方面做一總論，冀結合工程與生物於一體，有助加速本省設施園藝之發展。

一、緒　　言

人類爲克服作物生產之惡劣環境而開發了種種栽培技術：如整地、灌溉、排水、施肥、防風等措施，而隨著人口急增及科技發達，該技術步入更集約及高效之境界，溫室即爲其中一項。溫室主要的目的在改變作物生長之自然環境，創造適合作物最佳之生長環境，以避免外界惡劣環境：如高溫、低溫、颱風、炎日、暴雨、積雪及不適的空氣組成等，以達到調整產期，促進生長發育及病蟲害防治等目的。

台灣平地夏平均氣溫約在25℃左右，而秋冬亦在15℃左右，因此台灣本島的氣候型態基本上就可說是個大溫室。但是本地區的氣候型態，對於作物的栽培亦有其不利的因素：如常見的午後暴雨、梅雨、颱風或冬天的霜害、寒流等，都會對收成造成莫大的影響。由於農業生產利潤低，農民爲了確保產量與品質，對於一些高利潤的特種作物亦開始嘗試以興建保護性結構物來抵禦自然的災害。

本省設施園藝，還在萌芽階段。在溫室結構設計方面無法規及設計基準備供遵循，在溫室環境控制方面，亦無環境設計指針可供參考。至於溫室內作業之研究祇是開始而已。

日本與台灣相鄰，同樣位於太平洋的西岸，只是緯度稍高，橫跨亞熱帶及溫帶兩區，因此在農業氣象上彼此有許多相似之處。日本之文化受我國影響較深，在思想、飲食及生活習慣與我國

---

* 台灣大學農業工程系副教授
Associate Professor, Department of Agriculture Engineering, National Taiwan University

有許多相似的觀點。且同屬地狹人稠之農業型態，種植之果蔬亦類似。但日本由於氣候寒冷較台灣提早引進溫室設計技術，且號稱擁有世界第一之溫室面積。加上從事溫室構造及環境之農業氣象學會、農業設施學會及生物環境調節學會分別擁有龐大會員。故本文之資料大都參考日本之資料，以他們的經驗及成果暫時做爲本省溫室設計之參考與指針。

二、溫室建造之原則

溫室之建造由於各人之嗜好與經驗、社會經濟條件、敷地（室址）地理條件、採用資材及栽培作物之不同而南轅北轍，它正像我們的住宅，適用於別家的不一定合於我家的習性與經濟，但其基本之原則是共通的，其基本原則如下：

㈠溫室必須是個適合作物生育且生產性高之建物

溫室之成敗在於是否具有良好的葉部及根部之生長複合環境之控制。複合環境要素有氣溫、濕度及CO_2濃度等，它受到被覆材料之光透過率、透過光質、吸光率，地面土壤之結構、地下水位高低等，加溫、防熱設施，及溫室之高度、屋頂斜度、棟距、棟方位等等之影響，其關係錯綜複雜。但今日電子計算機之發達，加上數學及熱力學之基礎，可於建造前分析及預估，並以自動控制使作物在最佳環境內生長。

溫室內之附屬設備如灌溉（含施肥）、冷暖氣器、窗戶開啓、遮蔭保溫簾之啓閉、通風換氣、人工照明及CO_2補充器，及自動控制系統等皆需有硬體及軟體問題，在整個生產體系中把這些設備做合理之組合使用以降低生產成本提高溫室之生產性。

㈡室內環境必須是作業者舒適之環境，其內之設施必須是個能提高工作效率者

適合作物生長環境不一定適合人的作業環境，比如高溫作物需30℃～32℃之氣溫及濕度在80～90％，但人的作業環境應以28℃～30℃及70％爲宜。所以如何以通風來降低感覺溫度（effective temperature）使人舒適而不危及作物生長亦爲設計必須顧及的。

通道寬度、栽培床高寬度、株距等影響工作效率，故門之寬高、通道寬度與淨高、栽培床之各尺寸，及各設備操作位置的合理組合以適合人因工程的要求並減少動線以節省勞力亦是不可忽略的。

㈢結構須安全，造價及維護費用要低

溫室需抵抗強裂的地震與颱風的侵襲，爲確保溫室在其耐用年限內能保護作物的生長，必須做結構分析與設計。由於我國至今雖有適用於人類安全的"建築技術規則"，但若以此標準做爲溫室之設計準則，溫室建造費有偏高之勢，若安全度低則結構構材斷面小而造價低，但地震或颱風發生時作業人員正好在內而受到傷害，所以如何取捨有待斟酌。

建造及維護費兩者具有互相矛盾的性格，比如玻璃溫室比塑膠溫室造價高，但因塑膠不耐用需經常換新故維護費高，現今之技術可用最佳法決定最經濟之取捨，但材料價格及工資經常在變動，故目前之設計不一定保證後日亦作如是觀。

㈣溫室不可變爲公害源

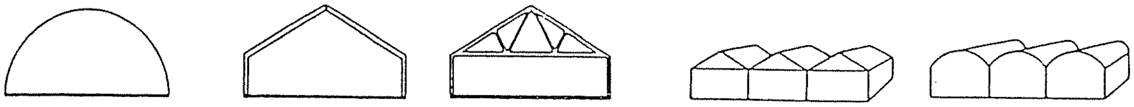
土耕溫室因連作障礙需變換土壤或需使用農藥或肥料，液栽經營需更換培養液及消毒液。這些廢棄物是公害源，動力運轉所產生之噪音亦是公害源。現代化社會對於公害的容忍標準愈嚴，其取締也愈緊，所以設計者應洞察先機防患未然。

三、溫室之結構設計

(一)溫室之種類

溫室按結構形狀可分爲如圖一之簡易圓頂溫室(Quonset house)、山形剛構或桁架溫室(Gable frame or Truss)及連棟山形或圓頂溫室(Gutter-connected house)。

按結構體骨架材料可分爲木造、竹造、鋼鐵、鋼管、鋁造、塑鋼、塑膠管、鋼筋混凝土或混合溫室。按被覆材料可分爲玻璃及塑膠溫室。



簡易圓頂式　　山形剛構架　　山形桁架　　連棟式剛構架　　連棟式拱架

(a)　　(b)　　(c)

圖一　溫室結構形狀之分類[1]

(二)載　重(Load)

結構所承受的荷重及外力稱爲載重，溫室之載重有下列各項：

1. 靜載重(dead load)：靜載重爲建築物本身各部分之重量及固定於建築物構造上各物之重量。如屋面系統、樑柱、牆及掛鉤樑等皆是。
2. 活載重(live load)：垂直載重中不屬於靜載重者均爲活載重。活載重包括建築物室內人員、設備、貯藏物品及吊裝設備等。
3. 風力(wind load)溫室須能抵禦來自任何方向之風壓力及風昇力。風力與地域、構造物形狀及高度有關。
4. 地震力(seismic force)：溫室應能抵禦任何方向之地震力。雖然地震力有鉛垂及水平方向力，但因結構抵抗水平力的能力較差，故地震力假定橫向作用於基面上。地震力與區域、組構及用途有關。
5. 其他：除以上各力外可能還有雪載重、土壓及水壓，視溫室之地理位置而異。

(三)載重組合

結構在其耐用年限間，所承受之載重基於經濟性之考慮，以統計方法分析後規定於建築技術規則中，按日本之規定如表一。

表一　應力組合[9]

應力組合	荷重狀態	應力組合
長期應力	常　時	G + V
短期應力	暴風時	G + V + W
	地震時	G + V + K

G = 靜載重
V = 活載重
W = 風　力
K = 地震力

(四)結構設計

結構分爲磚構造、木構造、鋼構造、鋁構造及鋼筋混凝土造，而以彈性或塑性設計法設計之。一般來說塑性設計比彈性設計較爲經濟。

一個完美的設計須從施工（ construction ）、造型（ appearence ）、機能（ use ）、安全（ safety ）及經濟（economics ）即CAUSE之諸觀點反覆斟酌評估後才定案。其中機能一項應考慮到環境及作業效率爲最費神之一項。又結構安全設計本來是個最煩雜之一項，但可借助電腦分析而縮短設計時日。

四、溫室氣候的特質

溫室內氣候對比於露地有下列之差異特徵：

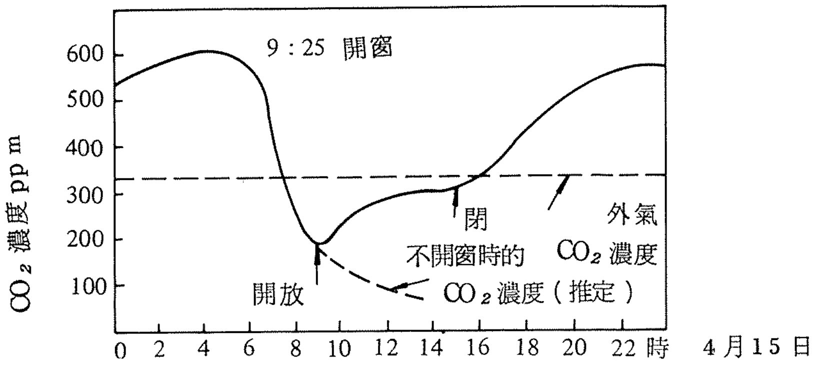
氣候要素	對比於露地之特徵
CO_2 濃度	晝間通常減少，然可藉 CO_2 施肥增大至比外氣較高的濃度。夜間蓄積土壤微生物及作物呼吸放出之 CO_2，濃度可達到 500 ppm ～ 600 ppm。
光	光量依被覆資料而可能減少 20％～ 40％，光的分布不均一。光質方面，紫外線欠缺或減少，由被覆材的選擇可給予自然光不同之光質。
溫　度	晝間通常較高溫，夜間比室外稍高，在小設施有反而較低的情況。易高溫化。晝夜皆無法避免溫度的不均一分布，溫差變化大。
濕　度	可在過濕與過乾之間大幅變化。
風　速	通常較微弱，通風時控制在平均 0.5 m／sec 以下。

如同上述，溫室爲求得本來溫暖氣候化之目的，而造成生產原料 CO_2 的不足及生產動力光量的減少兩重大損失，並有過乾或過濕的危險，爲溫室氣候之特徵。另一方面，在密閉的空間中可行微氣候調節，作出適合作物之生長環境爲溫室之特色。

(一)CO_2環境

於短時或長期的密閉狀態下的溫室內栽培作物，溫室內空氣中的 CO_2 濃度會產生極大的變化。夜間由土壤微生物及作物呼吸放出的 CO_2 濃度蓄積而漸上昇，至黎明前達到最高（參照圖二），通常比大氣 300 ppm的 CO_2 濃度高出 2 ～ 3 倍。日出後作物葉片行光合作用消耗 CO_2，CO_2 濃度急速下降，實際栽培時，晴天的上午必定有 CO_2 不足的現象，而 CO_2 不足的現象以溫室容積愈小，密閉性愈高，作物光合成器官葉面積愈大時愈形顯著。圖二爲栽培番茄之塑膠布溫室一天中 CO_2 濃度的變化情況，在 9 點時開窗，CO_2 濃度即回昇至接近屋外值。若仍置溫室於密閉狀態，則 CO_2 濃度持續下降，經過圖中之虛線降至 200 ppm ～ 150 ppm，在狹小和栽培較密的溫室內甚有降至 50 ppm ～ 80 ppm之情況。

影響溫室內 CO_2 濃度之因子有作物的繁茂度，作物種類及光合成特性，土壤質地與厚度，換氣率，日射量及溫室構造等。

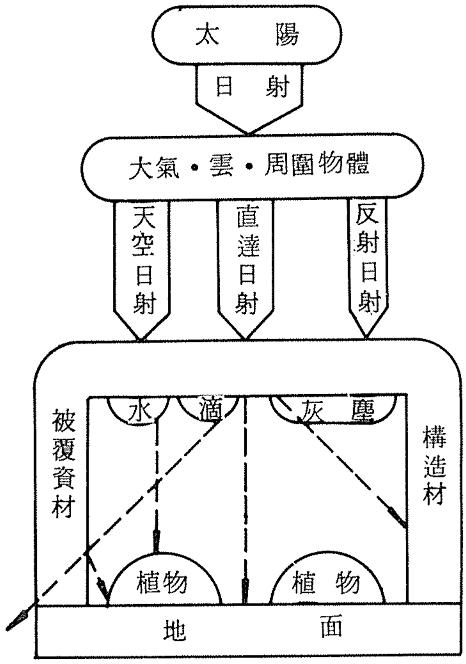


圖二　番茄栽培塑膠布溫室內 CO_2 濃度的日變化(千葉大蔬菜研)[8]

(二)光 環 境

太陽光經過大氣層，其一部分經大氣中空氣組成分子及灰塵等之吸收、反射，到達溫室外表面可分爲直達日射及散亂(天空＋反射)日射，再透過被覆體到達溫室內地面、植物體及壁面，或又再反射、再穿透被覆材至溫室外部，其行徑如圖三。

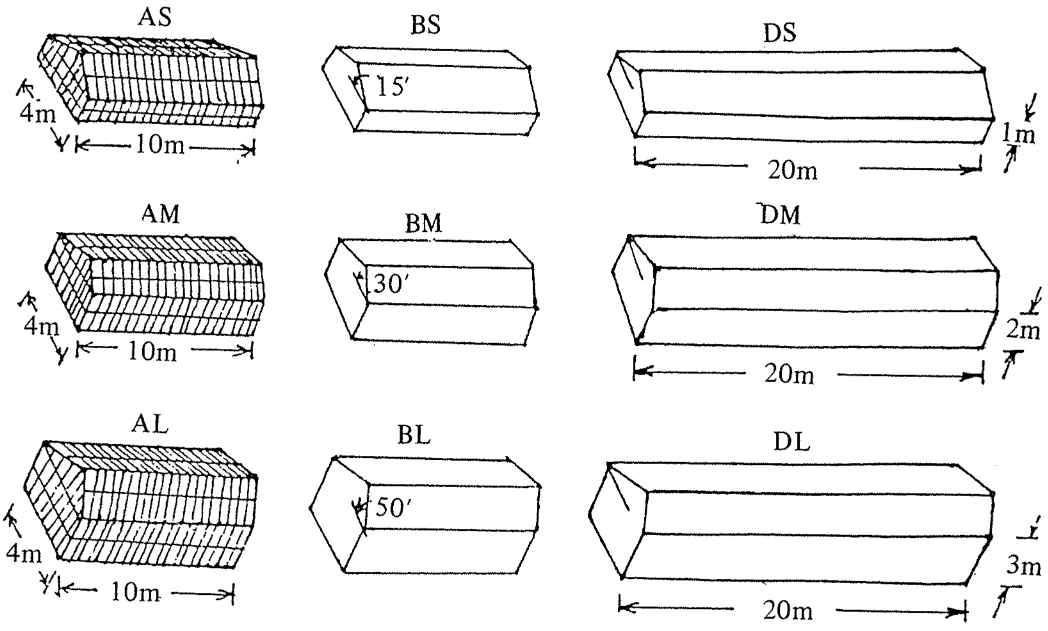
而無論任何形式、種類之溫室，其內部光環境與露地比較有光量的減少、不均一分布、光質的變化等三項特徵。



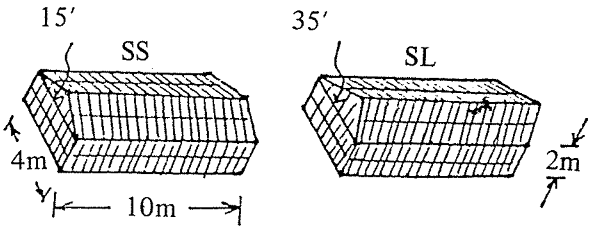
圖三　光透過溫室之行徑[10]

1.光量的減少

溫室內光量減少的原因爲(1)樑、柱等不透明構材的遮光(2)被覆材的反射和吸收(3)被覆材上灰塵、水滴的吸收和反射。其中(1)和(2)隨著太陽高度、溫室方位、構造和屋角傾斜度而變化，產生溫室透光率因設置地方不同而有差異，並在每一時刻、季節都有變化。圖五～七分別爲由圖四之山形單棟玻璃模型溫室計算所得直達光量減少之變化情形。



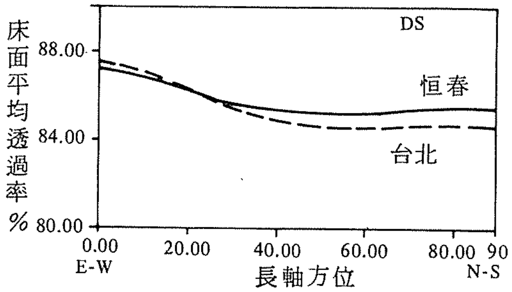
模型 I



模型 II

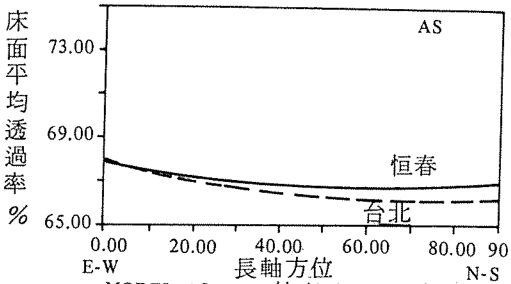
圖四、計算模型溫室之構面圖 (5)

註：(1) BM、BS、BL、DM、DS、DL 爲外表全部玻璃之假想溫室
(2)玻璃厚度 3 mm，折射率1.526，吸收係數 0.04
(3)固定玻璃邊材厚度爲 2 cm



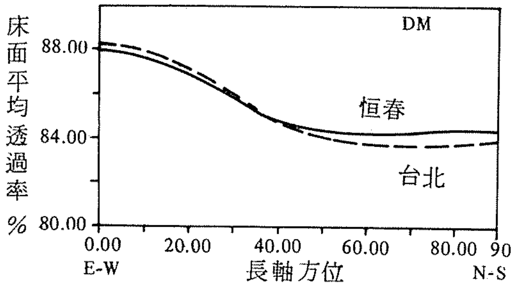
MODEL DS　柱高 1m　跨長 4m
假想玻璃溫室　棟長 20m　屋角傾斜度 15°

模型DS　長軸方位別全天直達光床面平均透光率之變化



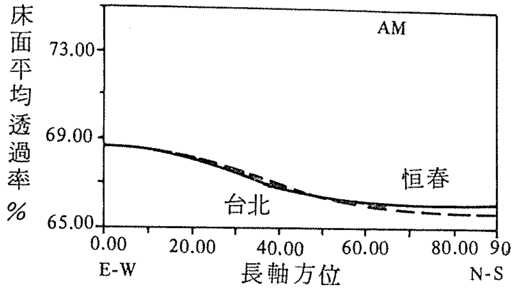
MODEL AS　柱高 1m　跨長 4m
構材料17.5%　棟長 10m　屋角傾斜度 15°

模型AS　長軸方位別全天直達光床面平均透光率之變化



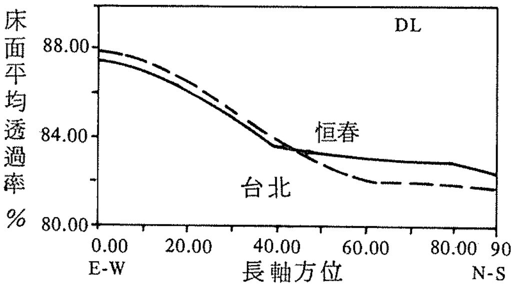
MODEL DM　柱高 2m　跨長 4m
假想玻璃室　棟長 20m　屋角傾斜度 30°

模型DM　長軸方位別全天直達光床面平均透光率之變化



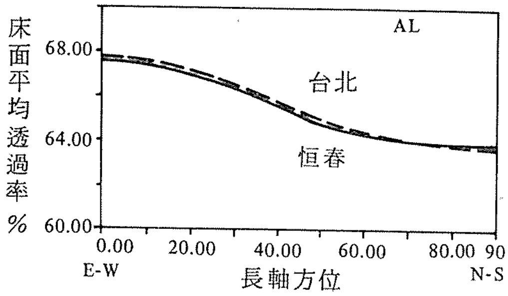
MODEL AM　柱高 2m　跨長 4m
構材料 17.5%　棟長 10m　屋角傾斜度 30°

模型AM　長軸方位別全天直達光床面平均透光率之變化



MODEL DL　柱高 3m　跨長 4m
假想玻璃室棒　棟長 20m　屋角傾斜度 50°

模型DL　長軸方位別全天直達光床面平均透光率之變化

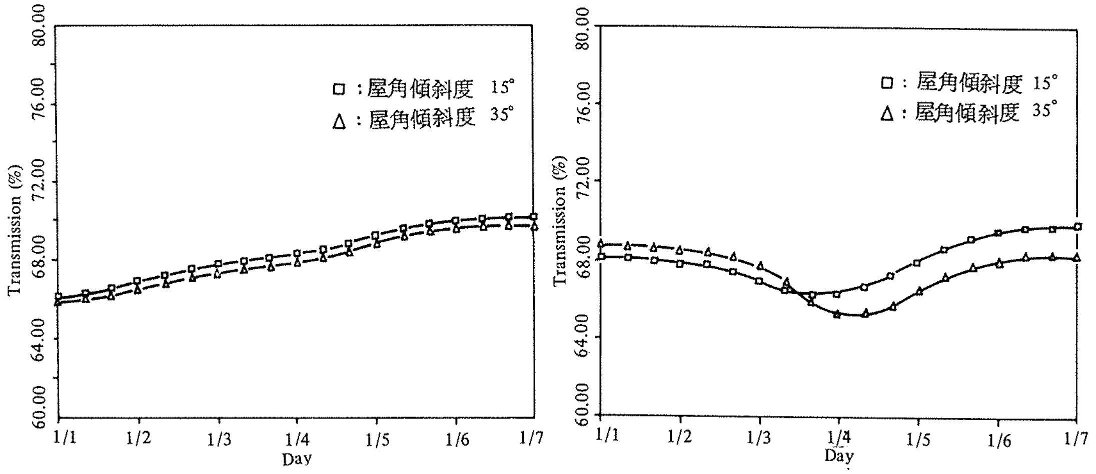


MODEL AL　柱高 3m　跨長 4m
構材料 17.5%　棟長 10m　屋角傾斜度 50°

模型AL　長軸方位別全天直達光床面平均透光率之變化

圖五　模室-I溫度緯度別、方位別之直達光床面平均透過率之變化 [5]

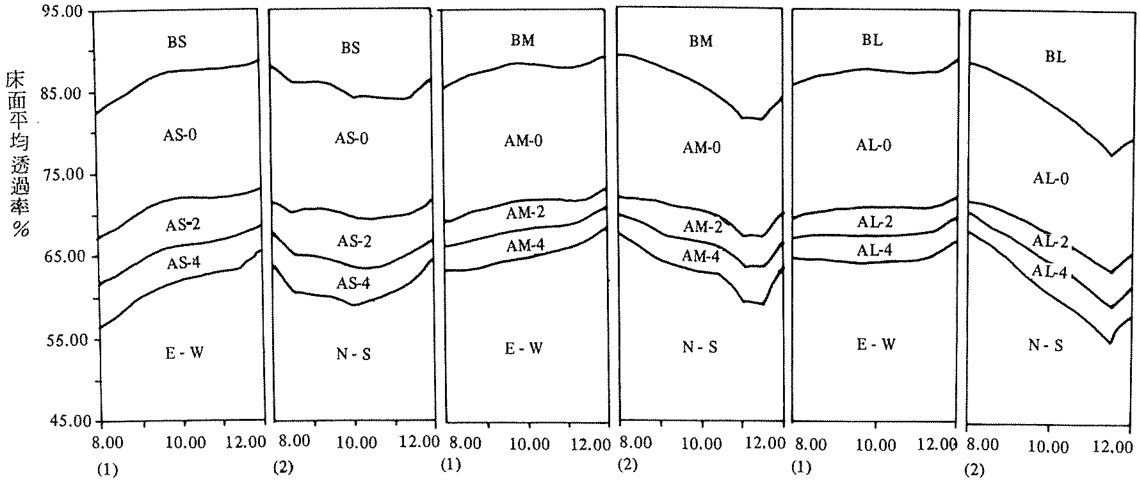
註：* 計算時間爲冬至（ 12 月 22 日），台北（ 25°03'，北緯），恒春（ 22°，北緯）



屋角傾斜度別南北棟全天直達光床面平均透過率之季節變化(台北，北緯 25 ° 03′)

屋角傾斜度別東西棟全天直達光床面平均透過率之季節變化 (台北，北緯 25 °03′)

圖六　模型 - II 溫室直達光床面平均透過率之季節變化 (5)



模型AS 直達光床面平均透過率之時刻變化 **

模型AM直達光床面平均透過率之時刻變化 **

模型AL 直達光床面平均透過率之時刻變化 **

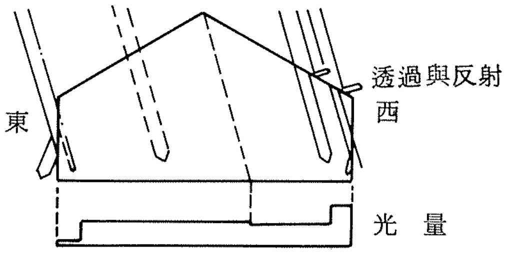
圖七　模型 - I 溫室直達光床面平均透過率之時刻變化 (5)

註：** 計算時間爲冬至 (12 月 22 日) ，台北 (25°03' ，北緯)
固定玻璃邊材厚度分別爲 0 cm ， 2 cm ， 4 cm

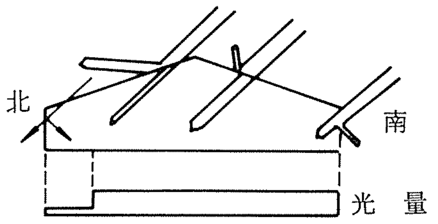
— 132 —

2.不均一分布

溫室內光分佈不齊的主要原因爲直達光在穿透溫室外表面時因樑、柱及桁條等不透明的構造材遮光而在溫室內地面產生條紋或棋盤狀之陰影。其次爲穿透玻璃、塑膠布時直達光入射角度之不同而產生的強光、弱光的帶狀模樣。圖八爲入射角不同而產生光分佈不齊之例子。如南北棟溫室，近東側壁面處產生極端的弱光帶，在西側壁附近則由壁面內反射而產生強光帶。



A　南北棟上午 11 時的地面光量分布



B　東西棟

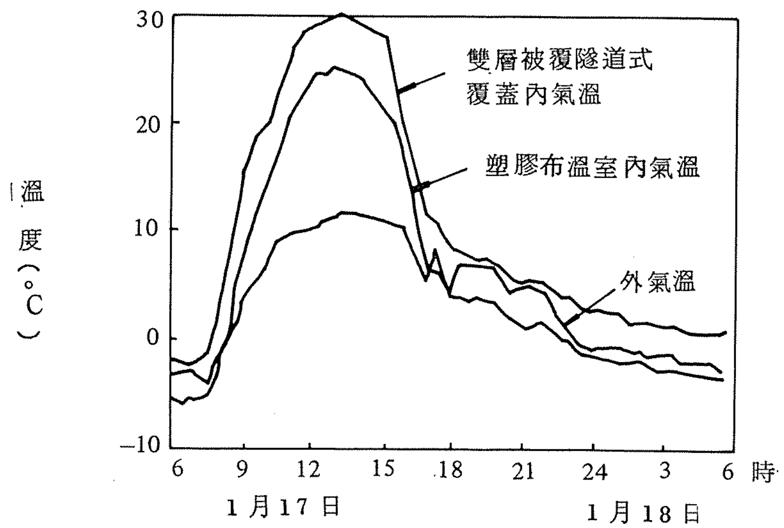
圖八　被覆材受光角度相異之室內光量不齊分佈[8]

3.光質的變化

由於各被材料分光透過率的不同，溫室內光質因使用被覆材料而與自然光有不同的光質。如玻璃、塑膠布中，以玻璃對紫外線的穿透率較高，對作物生育較有利的可見光部分皆可穿透 90% 左右，而在長時間使用後，玻璃以外的一般塑膠材料透過率顯著的變差。

㈢溫度環境

溫室內溫度氣候有兩大特徵，一爲如同沙漠氣候般，晝夜間溫度變化相當激烈。在圖九中，日出後室溫急速上昇，太陽西傾後室溫急速下降，夜間產生冷却現象，無加溫溫室或有室溫低於外氣溫的溫度逆轉現象。第二爲因室內受光量不均一，地面加熱，屋頂冷却產生之對流及室外風引起的室內空氣環流，常造成室內氣溫分布的不均一。



圖九　塑膠布溫室內的急昇、急冷[8]（晴天、密閉）（三原義秋）

1. 白天的昇溫

溫室內白天溫度的上昇，主要的原因乃進入室內的日射熱未經由風運走。而加速昇溫現象的第一因素爲透過光量，其次爲密閉性及乾燥的地面。換氣及濕潤的地面則可緩和昇溫速度。當室溫一直上升，同時溫室往外部的放熱也隨著加大，直到放熱和太陽入射熱成均衡，便達到昇溫的限界。

2. 午後的急冷

日沒後，太陽入射熱大量減少，而高溫的室內往外部的放熱減少不如入射熱減少之激烈，而產生午後溫室內溫度的急速下降，此現象尤以容積較小的溫室更形顯著。下降的速度遠大於外氣，甚在比外氣溫還低的情況下仍有持續的現象。

3. 夜間的冷却

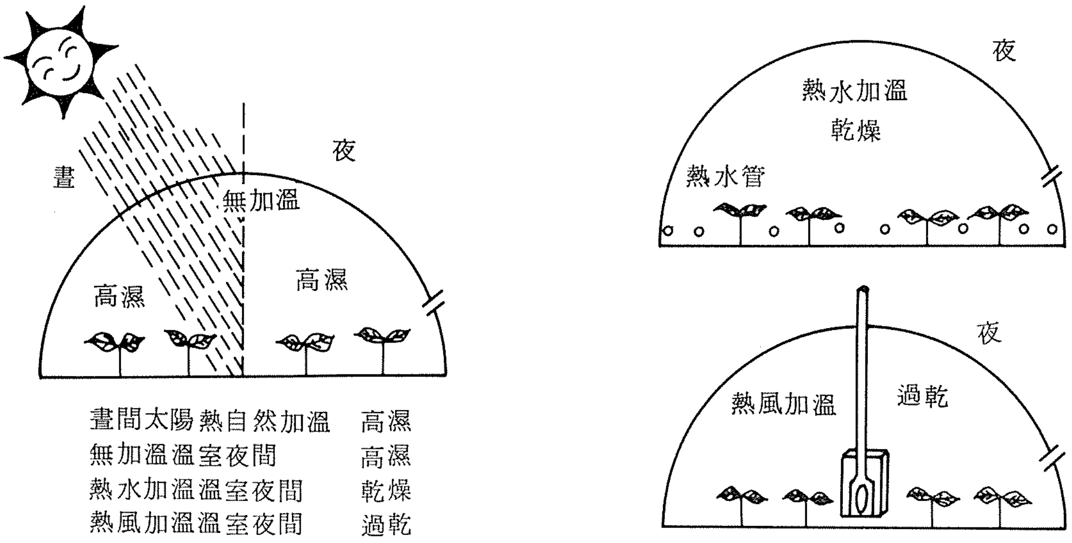
夜間氣溫的下降，主要原因爲空氣接觸較冷的地表面，熱量爲地面接收，由空氣本身自行冷却的溫度下降量極小。在夜間，地表面及地上的植物體持續的放射而放熱，於露地可由夜風帶來上空較溫暖的空氣來補充放射熱，然溫室中夜風爲外表被覆體所隔絕，却持續放熱致產生夜間冷却的現象。無加溫溫室放射放熱稍強盛，地熱貯蓄較少時，常有室內溫度低於外氣溫的情況發生。

4. 室內溫度分布

溫室內溫度在水平分布及垂直分布與露地比較皆有顯著的不齊分布現象，主要自然原因爲(1)地面受光不均一；(2)傾斜屋頂時常爲冷却面而所造成之橫斷面對流；(3)屋外風引起之縱斷面對流。其中(1)僅爲白天之問題，(2)、(3)日夜皆持續發生。此外暖氣、附建屋舍等也會助長溫度分布之不齊。

㈣濕度環境

溫室內的濕度因作物的蒸發散，灌溉使栽培床及地面產生的蒸發，溫度的下降，濕空氣的流入等會提高濕度。而因日照及暖氣加溫的溫度上升，換氣、乾空氣的流入等會降低室內空氣濕度。隨著溫室之作業管理，內部濕度的變化極端複雜。一般溫室內的濕度常態如圖十。



圖十　溫室內濕度的常態[8]

五、環境控制措施

溫室環境受外氣候、溫室構造及設備，及作物群落之影響。其內容列於下表：

表二　影響溫室環境之因子

外　氣　候：	日射－太陽位置（太陽高度、太陽方位、日長）
	大氣透過率（直線、天空、全天日射量、波長組織）
	氣溫
	濕度
	風（風向、風速）
	降雨（降雨量、降雨強度）
	空氣組成（CO_2 濃度）
構造及設備：	方位、緯度
	形狀（寬深高、屋頂形狀及斜率、棟間距、連棟數）
	結構組合（樑柱系統、屋面系統、牆面系統）
	構材（斷面尺寸及材質）
	被覆材料（散光性質、光透過率、透過光質、反射率、導熱性）
	附屬設備（換氣、保溫、冷却及加溫設備、反射板、灌溉、遮蔭網）
作 物 群 落：	植物群結構（植物分布、種植方位、葉面積指數）
	輻射特性（吸收率、放射率）
	植物特性（光合成、氣孔開閉、葉溫、蒸散量、呼吸量）
其　　他：	作業門之啓閉（出入次數、大小）
	溫室之密合度
	作業人員（熱收支、呼吸量）
	土壤（土壤水分、熱貯存與放射）
	溫室周圍之地物

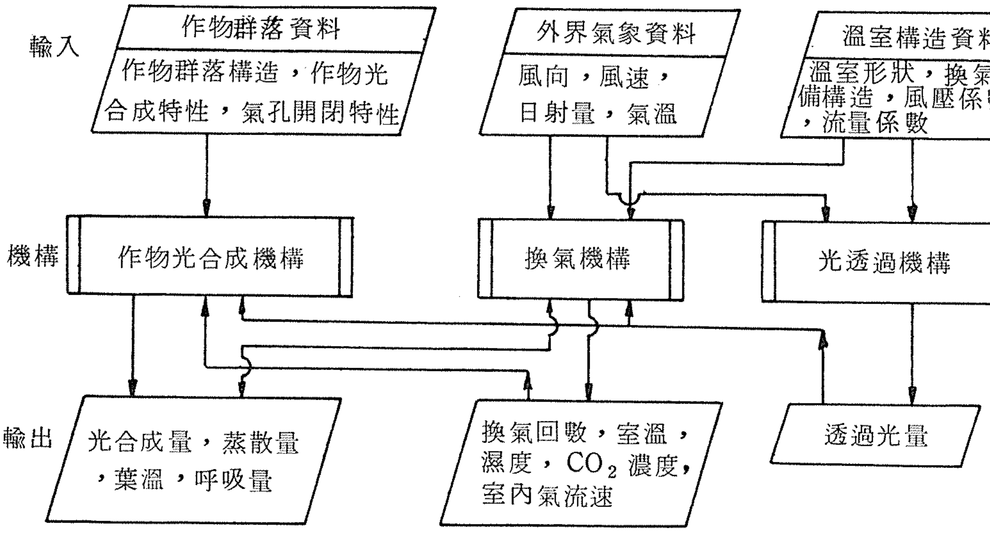
由於以上因子變化導致室內日照、溫度、濕度、風速及 CO_2 濃度的變化。爲了使植物能在適宜的複合環境內成長，可用換氣、冷却、保溫、暖氣、CO_2 施肥及灌溉等手段達到預期的環境。以下分別敍述這些措施之方法。

(一)通　風

通風主要的目的在抑制高溫，但當外氣溫比室內高溫時則不能由換氣降溫。其次要目的爲調節室內 CO_2 濃度、濕度及增加室內氣流速度。

換氣與室外氣象資料如風向、風速、日射量、氣溫等，溫室結構資料如形狀、通風構造、風壓係數、流量係數等，作物資料如作物之類別與分布、各作物光合成特性、氣孔開閉特性等，及室內溫濕度、CO_2 濃度、氣流速度等有關。其關係如圖十一。

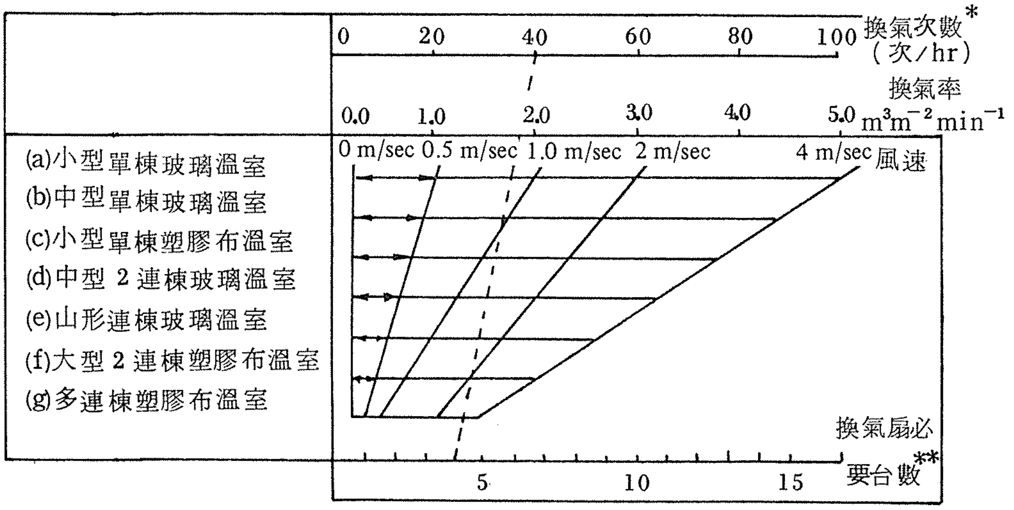
換氣方式有自然及機械通風兩種，自然通風爲開啓天窗及側窗利用風力與氣體浮力以達換氣之功能。而機械通風係用風扇將室內空氣排出或將室外空氣吸入達到換氣效果。



圖十一　環境之形成與機構之關係模式[6]

各種溫室開啓天窗及側窗時，最大自然通風概值，與外氣風速之關係如圖十二，其相當之 300 m³/min風扇台數及換氣次數亦示於同圖，如圖中虛線表示通風量爲 300 m³/min 四台風扇在平均高度 3 m 之小型單棟玻璃溫室內每小時換氣 40 次之通風量相當於外氣風速 0.5～1.0 m/sec 中小型單棟玻璃溫室之自然通風量。

自然通風與開口大小、位置、內外溫度差與風速有關。強迫通風與風扇大小、效率、內外壓差、位置及吸氣或排氣有關。



*溫室平均高以 3 m 換算

**地面積 1000 m²，溫室平均高 3 m，換氣扇風量 300 m³/min 換算

圖十二　溫室種類別，風速別的最大可能自然換氣率的概略值[6]（所有換氣窗全開的時候）

(二)溫室冷却

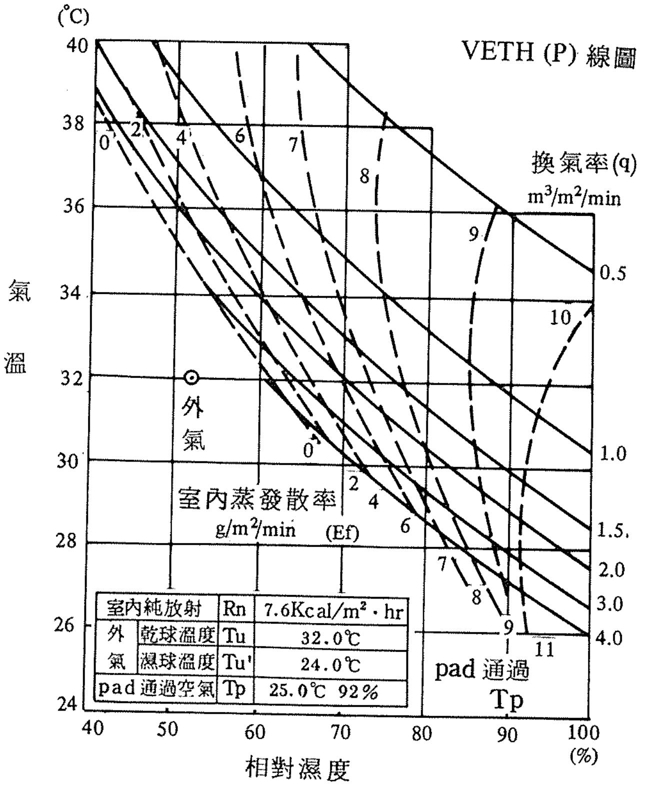
溫室冷却的主要目的在降低室內溫度。其次要目的爲淨化空氣、驅除昆蟲、降低灌溉次數及降低結構造價（比如不需設天窗及側窗）。

它正像換氣樣受外氣候環境因素，室內氣候環境因素，室內植物群種類、分布、特性及結構之形狀、材料、特性等影響，其彼此間之影響參看圖十一。

冷却方法有：(1)利用水蒸氣蒸發吸熱原理之透水牆一抽風扇系統（ pad-and-fan ）、噴霧一抽風扇系統（ mist-and-fan ）、細霧一抽風扇（ fog-and-fan ）及屋頂噴霧法及葉面噴霧法；(2)利用空氣壓縮膨脹原理以降溫之冷氣機或冷凍機法；(3)利用低冷之地下水或湧泉在室內循環帶走熱能之冷水法；(4)利用冷紗覆於屋頂降低日射量及屋頂流水降低透光率減少導熱量，順便帶走熱量之補助方法。

VETH 線圖爲在某一氣象條件時換氣率q ，室內蒸發散量E 及排氣的溫度T ，濕度H的相互關係圖，圖十三係pad-and-fan冷却用VETH 圖，利用VETH 值可求(1)在某一設定室溫之自然及強迫通風換氣率；(2)細霧冷却時之必要換氣率及細霧發生量之決定；(3) pad-and-fan 及mist-and-fan 之必要換氣率等。

利用機械之冷却方法時氣流流速應保持 0.5m/sec.以下，若棟長小於 60m 時以設在短邊牆壁爲原則，開口面積應爲電扇面積之 3 倍。若用冷紗以達降溫目的時，紗面應置於屋面上方 10～15 cm爲原則。



圖十三　Pad-and-fan 冷却用VETH (P) 線圖之一例 [6]

㈢暖　　氣

加溫的目的在提高室內溫度。加溫方式、效果及使用對象等列於表三。

暖氣設計時要計算(1)根據暖氣負荷係數、總傳熱量、換氣傳熱量、地中傳熱量及室內外氣溫，所求得之最大暖氣負荷量。(2)根據暖氣使用期間，暖氣之 degree-hour 所求得之燃燒消耗量等。

表三　　加溫方式的種類及特長

方式名稱	方式概要	加溫效果	控制性	管理	其他	適用對象
熱風加溫	○直接加熱空氣	○停止時保溫性不良	○預熱時間短加溫時立刻見效	○不需用水使用容易	○不需配管及放熱管，作業不受阻礙 ○燃燒空氣取自溫室內時需換氣設施	○所有溫室
熱水加溫	○以80～60°的熱水循環熱水變換成熱風吹入室內的方式	○使用溫度低可用於緩慢的加熱 ○餘熱多，停止後保溫性仍高	○預熱時間長 ○可改變水溫以應室溫之變化	○鍋爐的使用比蒸氣容易 ○水質差的地方對水質稍微處理即可	○在寒冷地帶水有結凍的憂慮，對解凍需有對策	○高級作物的溫室 ○大規模設施
蒸氣加溫	○用100～110℃的蒸氣加溫或將蒸氣熱變爲溫水或溫風吹入室內	○餘熱少，停止時保溫性不佳	○預熱時間短 ○自動控制較困難	○使用鍋爐必需嚴選 ○水質不經處理易腐蝕配管	○可消毒土壤 ○放熱管難以適當的配置 ○容易形成局部高溫	○大規模設施 ○適於起伏不定地形的溫室
電熱加溫	○以電熱線理入栽培床或以電熱器放射熱量	○停止時保溫性不佳	○預熱時間短 ○可隨意控制	○使用最容易	○使用在大規模的設施時不經濟	○小型溫室 ○育苗設施 ○地中加溫 ○補助加溫

㈣CO_2施肥

CO_2施肥主要的目的在增加室內CO_2濃度以增進光合作用，若以燃燒方式增加CO_2時，不僅可達CO_2施肥效果同時亦可增加室內溫度。

CO_2施肥之方法有燃燒燈油、石油液化氣（propane gas）、天然瓦斯及利用液化CO_2蒸發等方法。燃燒方式需有燃燒筒、燈頭、點滅火裝置及送風等裝置適當配備以免發生如CO、

、SO_2 及 NO_x 等毒氣危害作業人員。液化 CO_2 除需有 CO_2 壓縮筒、減壓閥及流量計，有時需時間控制器以自動控制，由於液化 CO_2 無產生毒氣之慮,加上它可用通氣管送到需 CO_2 之地方,所以安全可靠而有效率，但成本太高是它的致命傷。

(五)灌　　漑

溫室內之灌漑方式依有土及無土栽培而異。有土栽培之灌漑方式分爲(1)地表灌漑法：將管路適當佈置於行間，水管加噴頭或打洞適時適量地給水灌漑。地下灌漑法：將管路埋設於地下供給根部水分之方法，此法管孔容易阻塞。(3)滴灌法：管路鑽有滴孔對準植株將水滴入植株附近。(4)噴灌法：在植株上方裝設噴頭以水滴或細霧噴到葉面。(5)底面吸水法：將鉢置於水池經由毛管作用將水吸上根部。無土栽培方面：作物根部以有固形培地或無固定培地方式置於靜止或循環水上吸水，或以滴灌方式滴入培地。有明管排置之方法雖維修容易但阻礙作業。

自動灌漑設備係適當地定出灌水及停水時刻，不用人力自動灌水稱之。灌漑開始及停止時以定時器、土壤水分計、空氣濕度檢出器、蒸發計及水位檢出器等設定之。

灌漑是適時適量給予作物水量以維持良好的成長，灌漑同時也是防止霜害，控制土壤溫度等用途。灌漑水量由已間容水量、土壤水分、蒸發散量及地下補給水量決定之，灌漑之配水計劃應合理而有效。管理輸水算水管材料、形狀及流體力學有關。

六、結　　語

本省之設施園藝尙在萌芽階段，由於地狹人稠、農民老齡化、國民所得增加、高品質農產品之需求殷切及國外速食之迅速擴展，設施園藝將加速地發展。但設施園藝技術是集生物及工程熔於一爐之科技，故農、工合作從事研究是目前刻不容緩的工作。

本文之目的在介紹溫室建築之主要工程內容及手段以提供從事設施園藝者建造設施之參考，並泛論溫室結構及環境設計之複雜性及在工程上有待注重及解決之事情。爲達到建造合用之溫室，依本人之觀點應及早完成下列各項：

(一)參考國外先進國之技術規則去蕪存菁訂定「溫室設計技術規則」以資急用。

(二)建立溫室結構設計程式以供助農民建造。

(三)研究溫室環境以供參考並進一步建立環境控制模式。

(四)有系統地開發物廉價美之建材、設備及計測儀器以發展設旋園藝。

參考文獻

1.王鼎盛、李大剛　1984　本省溫室工程　營建世界　3：79～90。

2.王鼎盛、侯文祥　1984　溫室微氣候之基礎研究(1)—夏季玻璃溫室之溫度環境—　中國農業工程學會 73 年度學術研討會　農業設施與現代農業論文集　pp 125～142。

3.王鼎盛　農業設施與氣象　省訓團專業課程教材。

4.許圳塗　1986　精密溫室理論與實務　造園季刊　1(4)：55～60。

5.王鼎盛、黃裕益　1986　山形玻璃溫室剛架最小重量設計及直達光透過率之探討　台大農工研。

6.三原義秋　1980　溫室設計の基礎と實際　pp 51～237　養賢堂。

7.板木利隆　1985　施設園藝裝置と栽培技術　pp 34～170　誠文堂新光社。

8.三原義秋　1972　施設園藝の氣候管理 pp1～46　誠文堂新光社。

9.農林水産技術會議事務局　1980　高能率園藝施設計畫，設計基準に關する研究成果。
10.古在豐樹　1985　施設園藝の環境調節新技術—基礎と展望—　pp 1～4，pp 169～198　日本施設園藝協會。

SUMMARY

The development of horticultural production under structures possesses two extreme trends in operation. One includes investing great amount of capital, building larger pattern of facilities, with well furnished equipment and high techniques of cultivation management, so called environmental control greenhouse horticulture. The other is based on minimum requirement of investment and labor, simple construction, without heating facilities, so called horticultural production under structures of nature modified environment.

Although each trend has its own way in expression, the basic concept and technique are the same. This content is based on the viewpoint of agricultural engineering, consider the common ideas of both trends, summerize the elementary theory of greenhouse structural design and environmental control method, combine engineering and biology together, in order to improve the development of horticultural production under structures of Taiwan.

討　論

沈再發（鳳山熱帶園藝試驗分所）問：

(1)台灣之溫室依所指出東西棟之透光率較爲穩定，南北棟較不穩定，是指單棟式？(2)如爲連棟式時，是何種結果？(3)台灣之連棟溫室如僅以透光率條件時，以何角度較爲理想？

王鼎盛答：

(1)是單棟式的，若雙棟式的變化更大（透光率）。依日本之研究以東西連棟式比南北透光率較大。(2)這是日本千葉大學的研究成果，在日本九州東西交叉是 15°　(3)我們這邊還沒做研究，這只是單棟的，我們會漸漸的求證做最理想的配合。

賴森雄（亞洲蔬菜研究發展中心）問：

溫室內降溫與加溫之費用那一種便宜？

王鼎盛答：

降溫一度之費用比加溫一度之費用高。

廖芳心（桃園區農業改良場）問：

目前使用鍍鋅管所蓋之簡易溫室，結構上是否提供需改進之點？

王鼎盛答：

鍍鋅管簡易溫室受地區（如本省可分爲四個風區）、土壤（基礎）、施工技術等而變化，故在結構在結構上需改進的地方太多。此種簡易溫室之結構，在沒有天然災害時是可以使用的。但在日本就不一樣，因日本簡易式的鍍鋅管的破壞是由於雪載重而整個塌下去，台灣則即使是塌下，也不會傷害人體。

陳中（國立台灣大學園藝系）問：

以鍍鋅鐵管製造拱式塑膠布室，爲經濟材料之使用，就結構力學的觀點，跨度的大小應如何考慮訂定？

王鼎盛答：

是可以簡化，但我們沒有做過。事實上跨距與斷面的大小有關，跨距要大斷面就要大，所以沒一定標準，設計時即應做結構分析。

馬清華（亞洲蔬菜研究發展中心）問：

在各式各樣不同屋頂型式的溫室中，那一類的屋頂型式、角度或高度，可使溫室內之溫度降低最低，通風最好？

王鼎盛答：

光照的需求依作物而不同，亦受溫室屋頂角度之影響，何者溫室通風較好，不能以一句話形容，還是應依環境設計來設計。

許東暉（桃園區農業改良場三重分場）問：

如何在夏季降溫，係簡易設施栽培作物目前急須解決要務，設施建造的長度、寬度似與溫度之高低有關。請教一般鍍鋅鐵管的簡易設施的長度寬度、寬度多長較合適？

王鼎盛答：

若說要多大、多寬、多長，我實在無法答覆，因爲也要看棟與棟之間的距離，還有你要設的地點也有關。就通風來說，並非所有天窗全開是最通風，有時也要看風向，或是右邊開小一

點，左邊開大一點，這都要憑經驗去決定。也即是一棟溫室建好後，必須要實地去運轉方能了解。

溫室之栽培管理技術

李　　咋 *

The Greenhouse Management

Nean Lee

摘　　要

溫室是文明社會的產物，生產型溫室依作物種類，溫室結構、覆蓋材料、環境控制、栽培介質及肥培管理大多不同。如溫室內溫度與光線之管理依作物種類而異：有喜冷涼或高溫者，亦有好強光或喜陰者。所以應先決定作物種類，再決定溫室型態及其設施，才便於栽培管理，以達經濟效益。

溫室在溫帶地區冬天都需加溫至作物生育適溫，在春秋天，加溫與通風兼具，而在夏天則通風冷却最為重要。冬天溫室在密閉加溫系統下，需加入 CO_2 肥料，利用電腦控制，可節省能源，並調節環境於最佳生育條件下，使作物達最高產量與品質。待這些環境因子裝設後，其次決定栽培床裝設，然後決定栽培介質及施肥量。栽培介質，含土壤者，其成分為壤土：砂：泥炭土依體積比 1：1：1，盆栽大多採用無土介質，其主要成分為水苔泥炭、樹皮、蛭石和眞珠砂等。培養土先拌入白雲石粉、過磷酸鈣、微量元素及緩效性肥料，於灌溉水中再拌入可溶性肥料，主要成分為氮和鉀，氮肥以 NO_3 態氮為主，NH_4 態氮最好不要超出⅓用量。土壤消毒、溫室的環境衛生及定期燻蒸是溫室管理之例行工作。

一、前　　言

溫室（greenhouse）一辭在美國的定義，謂一結構物（structure）覆以透明材料，讓自然日光透入供植物生長；此結構物具相當的高度，讓人可以進入裡面工作，通常都有加溫設施。在歐洲，greenhouse 大多指很少或不加溫者，而加溫的通常稱為 glasshouse。溫室的透明覆蓋材料，以前祇有玻璃一種，現在有各種透明塑膠布產品，玻璃纖維浪板，壓克力板等（Nelson，1985）。以台灣現況來說，公家研究機構，以研究或保存植物為主，大多採較永久性之玻璃溫室，少數趣味栽培者常建造昂貴的玻璃溫室，以養其所喜歡的蘭花或其他觀賞植物。一般以生產為主的溫室，大多以塑膠布或玻璃纖維浪板為被覆材料，其屋頂型式變化極大，拱型（Quonset）建造簡易又便宜採用的最普遍，山型（A－type）也漸被蘭界所採用，以利通風。本文所討論之溫室栽培技術，上述者均包涵在內，而人不能進入工作之低矮防寒隧道式棚架，不在本文探討之內。

* 國立台灣大學園藝系教授
Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University.

二、溫度與光線

溫室在溫帶地區，冬天需加溫至作物生育適溫，春秋天加溫與通風兼具，而夏天則通風冷却最爲重要。台灣地處亞熱帶，依徐和吳（ 1977)之統計，台灣六大都市全年最高溫超出 30°C 的日數，以基隆最少 98.3 天，台南最多 189.0 天，而最低溫低於 10°C 的日數高雄祇有 2.3天，台中最多也不過 22.3天而已（表三）。再看每月最低、最高及平均溫，冬天較爲冷涼，中南部又逢旱季，光線充足，若有灌漑設備，適於喜冷涼蔬菜和花卉之生產，如結球白菜、結球萵苣、番茄、菊、滿天星、唐菖蒲、仙克來等，春秋氣溫適喜高溫作物之生育，如小黃瓜、蘭類及一般的觀葉植物，而夏天 6～9 月，則溫度過高又有豪雨颱風爲害（表一，二，三），造成園藝作物生產上很多的困難與障碍。若利用設施搭建溫室，夏天必需能防雨降溫才能達到解決先天高溫多雨不利天候之因素，否則建造溫室，夏天溫室氣溫常比外界氣溫可高出11℃，這主因溫室效應（greenhouse effect），即陽光進入溫室後，部分輻射能轉變成較長波長（ 5～40 μm）之熱輻射能，不能穿出玻璃蓄積溫室內，約佔溫室蓄積熱之22%; 另外最大部份的蓄積熱，是因溫室受被覆材料所限，使空氣交換量減少所致。所以溫室的降溫變成台灣溫室管理最重要的課題，這與溫帶溫室管理最主要的是加溫及如何節省加溫用的能源適得其反。

表一　台灣六大都市每月平均氣溫變化統計

溫差	月份 地點	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	平均
平均氣溫（℃）	基隆	15.5	15.4	17.0	20.5	23.8	26.5	28.3	28.1	26.7	23.5	20.4	17.4	21.9
	台北	15.1	15.2	17.3	21.0	24.4	26.6	28.3	28.1	26.6	23.3	20.2	17.0	21.9
	台中	15.7	16.0	18.6	22.3	25.4	27.0	27.9	27.6	26.7	24.0	20.8	17.4	22.4
	台南	17.0	17.5	20.2	23.7	26.7	27.6	28.2	27.8	27.5	25.1	21.9	18.6	23.5
	高雄	18.5	19.2	21.7	24.6	27.2	27.8	28.2	27.9	27.5	25.7	23.1	20.0	24.2
	花蓮	17.3	17.6	19.3	22.0	24.5	26.4	27.5	27.3	26.3	23.8	21.4	18.8	22.7
平均最低氣溫	基隆	13.1	13.0	14.4	17.7	21.1	23.6	25.1	25.0	23.9	21.3	18.2	15.1	19.3
	台北	12.2	12.3	14.2	17.6	21.0	23.2	24.5	24.4	23.2	20.0	17.2	14.1	18.7
	台中	11.5	12.1	14.7	18.5	21.8	23.4	24.2	24.1	23.0	19.9	16.5	13.2	18.5
	台南	12.6	13.0	15.6	19.3	22.8	24.3	24.8	24.6	23.8	20.8	17.5	14.3	19.5
	高雄	14.9	15.5	18.1	21.3	24.1	25.0	25.4	25.2	24.7	22.7	19.7	16.6	21.1
	花蓮	14.3	14.7	16.3	18.9	21.5	23.2	24.0	23.9	22.9	20.6	18.4	15.9	19.6
平均最高氣溫	基隆	18.0	18.1	19.9	23.7	27.2	30.2	32.2	31.9	29.9	26.1	22.9	19.9	25.0
	台北	19.1	19.0	21.5	25.4	28.9	31.4	33.5	33.2	31.4	27.6	24.1	20.9	26.3
	台中	21.9	21.8	23.9	27.4	20.3	31.6	32.7	32.4	31.9	29.9	27.0	23.5	27.8
	台南	23.6	24.1	26.6	29.5	21.7	31.9	32.5	32.2	32.3	31.0	28.2	25.0	29.0
	高雄	23.0	23.8	25.9	28.6	20.9	31.2	31.5	31.2	31.2	29.8	27.3	24.3	28.3
	花蓮	21.0	21.4	23.0	25.7	28.3	30.1	31.6	31.6	30.6	27.9	25.2	22.7	26.7

表二　台灣六大都市之日照時數（小時）與降雨量（mm）統計

	地點＼月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	合計
日照時數（小時）	基隆	48.1	50.8	69.0	89.1	102.7	132.5	215.3	210.9	158.2	95.0	60.2	46.9	1280.4
	台北	88.9	78.5	94.2	114.6	138.4	157.1	221.3	220.6	188.3	140.8	106.5	91.7	1640.7
	台中	183.5	157.0	168.9	176.9	199.5	197.7	244.0	231.0	237.3	240.6	205.4	191.8	2433.3
	台南	197.3	183.7	204.9	213.2	236.1	218.5	242.3	224.4	234.8	243.0	208.8	196.0	2602.8
	高雄	180.0	176.7	195.2	203.5	224.3	185.3	204.6	187.2	203.4	217.4	184.5	172.5	2334.6
	花蓮	74.5	72.2	86.2	107.1	138.9	182.3	254.1	235.3	185.9	130.7	98.2	81.9	1647.3
降雨量（mm）	基隆	329.7	317.6	298.3	210.9	258.4	284.4	134.1	175.8	285.6	276.1	06.4	344.5	3221.8
	台北	92.2	132.9	164.7	158.5	216.4	301.2	241.3	279.2	242.1	120.3	68.1	75.0	2091.8
	台中	33.5	63.0	94.8	118.5	224.6	399.0	276.2	324.1	146.2	20.4	16.1	25.6	1742.1
	台南	18.6	29.5	41.8	66.6	176.1	397.8	403.7	418.6	165.6	34.5	16.7	16.1	1786.4
	高雄	14.1	17.0	34.4	53.4	158.3	438.2	436.2	386.4	158.6	45.3	19.8	13.6	1775.3
	花蓮	70.2	88.2	102.2	116.2	194.0	200.1	241.0	234.3	329.5	275.8	48.5	75.8	2075.7

表三　台灣六大都市全年最高氣溫超過 30° C 及最低溫低於 10 °C 的日數，
及至1977 年一日中最大降雨量及曾有過的最大風速

地區	最高氣溫日數	最低氣溫日數	一日最大降雨量（公厘）	最大風速公尺／秒
基隆	98.3	8.5	333.5	34.0
台北	132.8	17.5	358.9	33.0
台中	159.5	22.3	660.2	26.6
台南	189.0	13.7	443.2	38.2
高雄	153.1	2.3	621.5	38.0
花蓮	110.2	2.6	465.8	45.0

註表一、二、三資料取自徐森雄、吳嘉俊（ 1977 ）：台灣六大都市的氣候。

溫室之降溫方法有開窗之自然通風、裝電扇之強制通風，屋頂遮蔭（ roof shading ），噴水蒸發冷却（ evaporation cooling ），高壓細霧蒸發冷却（ high-pressure mist system ）及被公認最具效果之抽風冷却綱冷却系統（ fan and pad cooling system ）。國立台灣大學園藝系於 1985 年自荷蘭引入荷蘭 Venlo 型溫室，採光極佳（照片 1 ），內有屋內雙重自動遮蔭紗與抽風冷却，冷却系統，可由電腦控制。於 1986 年完工後之盛夏晴天中午室外氣溫 32 °C ，而溫室內氣溫在不遮蔭單作抽風冷却綱下為 26 °C ，比外界氣溫低 6 ° C ，這種溫室雖造價較為昂貴，但對高價之種苗生產，值得採用，以利防颱及按時供應質優種苗之目的。

台灣的冬天偶有寒流來襲，也會造成嚴重的霜害及寒害（chilling injury），對高價之蝴蝶蘭，業者多年冬天遭受寒害的損失及爲調節花期，大多裝有加溫設備，不僅防寒，現已進而達到促成栽培之目的。故以溫室建造的形態，設備和成本，端看作物本身之經濟性，即以作物爲先決條件，何種作物具有溫室經濟栽培之效益，依其生長習性如溫度光線之需求，再決定其溫室型態及投入成本。

園藝作物之最適溫度（optimum temperature），變異很大，溫室作物積多年的研究成果，從先進國家文獻記載可歸納成下列五點：

㈠一般作物喜日夜溫之變化，且夜溫比日溫重要，溫室加溫管理主要是控制夜溫，重要經濟溫室花卉之夜溫如表四。晴天日溫約較夜溫高5～8℃，陰天則約高3℃，但一些原生於熱帶地區之觀葉植物，日夜溫差小生長最好。

㈡最適溫常依季節及地區而異，即受總日光輻射能之左右。

表四　溫室花卉之標準夜溫（摘自 Mastalerz，1977）

作　物	夜　溫°C	說　明
杜　鵑	16－18	
海　芋	13－16	開花時應降到13°C
香石竹		
冬	10－11	夜溫隨季節之光強度
春	13	變化而異，即強光下
夏	13－16	可提高夜溫，以確保品質
菊　花		
切花	16	花芽分化時對溫度敏
盆花	17	感，低溫延遲分化
瓜葉菊	16	營養生長
	9－10	花芽分化與發育，低溫品質好
仙克來	16－18	發　芽
	13	小苗生育
	10－11	生長與開花
觀葉植物	18－21	種類之間各有其溫度與光度之需求
大岩桐	18－21	低溫花易折斷
百　合	16	溫度可左右花苞之發育
蘭		
蝴蝶蘭	25	營養生長
	18	花芽引發及發育
東亞蘭	10	
拖鞋蘭	10－13	
聖誕紅	18	營養生長
	16－17	短日處理，溫度則影響苞片之轉色
玫　瑰	16－17	

㈢最適溫度常依株齡而異，如番茄，剛發芽小苗以日／夜溫 25° C最好，結果時之氣溫以17° C爲佳；現荷蘭推薦結果時之番茄以日夜溫之平均 17 °C爲宜。由此可見台灣夏天平地，不宜以溫室栽培番茄，在過高溫度下討論土壤肥料、病蟲害管理，是徒勞無功之事。花壇苗物（bedding plant）如矮牽牛、天竺葵、非洲鳳仙花、四季秋海棠、一串紅和萬壽菊於 24 °C下播種，5天就能發芽的非常整齊，然後立刻放到10 °C，才能使小苗矮壯不會產生徒長苗，不易受立枯病病原菌之爲害。

㈣最適溫依生長階段而不同，如扦插發根、發芽、花芽引發、結果和結球等均有其最適溫度。如聖誕紅培養母株取穗及插穗發根以30 °C爲宜，花芽引者及苞片轉紅在短日下以夜溫 18～21 ℃爲適，而盛開後，置夜溫15° C左右苞片呈色最佳。結球萵苣在結球時以日／夜溫 17／13 ℃爲宜。

㈤最適溫度也依栽培者之目的而不同。種苗生產常需較高溫度，以利發根及初期的營養生長。成品出售，常須較低溫度，以維持其品質。

溫帶地區的溫室，加溫的時間非常長，以日本東京栽培蝴蝶蘭需加溫10個月，夏天的兩個月就將溫室四周的玻璃御下，或將塑膠布除去，以利通風，可說對溫度的管理較爲容易，而溫室的光源，主要採自然日光，而太陽能因季節的轉移及每日瞬間的變化，實難於控制。又溫室作物，主要供應冬春市場之需求，在北半球正值短日光線較少時期，以台灣爲例，南北之差異較溫度爲大，元月的台北祇有 88.9 小時的陽光（sunshine），而台南則擁有197.3 小時之陽光，至7～8 月，全省均有 200小時以上的陽光（表二）。陽光少表示陰天多，此時作物之生長限制子是光線強度，作物的產量與品質常與光線強度相平行，所以在美國東北部生產玫瑰的溫室，冬天除加溫外，白天並有人工照明以提高玫瑰產量。在荷蘭，其溫室設計，盡量將玻璃增大，以減少鑲嵌桿，縮小排水漏溝寬度及增大柱間柱距離，使玻璃溫室下的採光達到72%（照片1）。但在夏天高溫強光下，須遮蔭以達降溫及減少作物之日燒劣變。所以荷蘭式溫室設計以電腦自動控制遮蔭紗之遮收功能，以達控制光強度與溫度之目的。美國加州中南部，具有 9 個月的乾旱季節，氣候近似沙漠，夏季白天高溫強光，夜晚則相當冷涼，所以生產用的溫室，大多採聯棟式拱型塑膠布溫室，上噴白粉以減少光線之透入，並以抽風冷却板系統冷却溫室，因其優越氣候條件，使加州的溫室建造較歐洲簡易便宜甚多（照片2）。台灣北部之溫室宜採自動化遮蔭設施，以克服冬夏光線分佈不均現象，但中南部周年光源相當均勻（表二），其遮蔭部份可採加州之固定式，以降低設施成本，如種觀葉植物及蘭花，就可將被覆材料噴上白粉，以達降溫及遮蔭之目的，到冬天視情況再將白粉洗去。

一般的果菜類、玫瑰、香石竹、唐菖蒲等需強光，而蘭花和觀葉植物需遮蔭，其遮蔭度依季節而不同。除光線強度外，影響溫室作物生育的尙有日長的長短。菊花是短日植物，溫帶夏天需以黑布造成人工短日才能開花（照片2），而秋冬春則需半夜電照抑制開花，方能擁有適度的莖長。

三、栽培介質

在溫室建造完成加溫冷却系統完備後，接着就要考慮介質（rooting media）。栽培介質除固定植物外，更重要的應具有保水通氣及蓄貯有效養分的功能。溫室連作的問題，易使土壤劣變，必需經常的更換，導致採用無土介質（soilless media），近年更興起養液栽培（nutriculture），以解決溫室根介質之問題。

照片 1　國立台灣大學引入荷蘭　Venlo　型溫室，採光好，對面爲冷却網（Pad），利用抽風冷却網冷却系統，可使溫室內氣溫比外界氣溫低 6 ℃。

照片 2　加州拱型連棟式塑膠布溫室，塑膠布外面噴白粉，以遮去部分光線。右側之黑幕予盆菊短日處理，使盛夏長日下可開花。

照片 3　溫室下地床上栽培的聖誕紅母株。

照片 4　溫室內之高床，以空心磚為床柱，上放木板，地面舖碎石子，以利排水及工作。

照片 5　管路滴灌達澆水施肥之目的

照片 6　濃縮肥料液，調配加水後，由澆水管路輸送澆水同時施肥稱為 fertigation 。

依Nelson（1985）的意見，認爲適宜的溫室栽培介質應含有下列特性：

㈠盆土所有的有機物，經一段時間栽培後，盆土體積盡量不要顯著的減少，即有機物分解較慢者。

㈡有機物稀之C/N比不要太高，分解太快，以免氮源被微生物所固定，而有缺氮之虞。如土壤中加入木屑或稻殼，就應多加氮肥。

㈢濕潤的盆栽介質容積比重在640～1,200 g／dm^3，以利搬運，太輕容易倒伏亦不好。

㈣介質在排水後，其含水量依體積比在35～50％，空氣佔10～20％。

㈤應具有6－15 me／100 cc的陽離子交換能力，以蓄貯養分。

㈥含有土的介質其pH在6.2～6.8，無土介質的pH應低一點在5.4～6.0。

㈦除氮和鉀，其他生長所需之元素應足可供應一季作物的需之量。

在溫帶國家，其溫室傳統的培養土爲壤土：砂：泥炭土依體積1：1：1混合而成，也有以眞珠砂取代砂者以減輕重量。若該地良好土壤獲得不易及太重問題而採無土介質，以泥炭土或泥炭土拌入等體積之細砂、眞珠砂或蛭石均甚佳。近年美國採用不少堆積過的樹皮於介質內，在含25％時效果甚佳，不祇取代部份的泥炭土，也可解決因燃燒木材廢棄物所造成的公害問題（李，1987）。

栽植前栽培介質pH值之調整非常重要，以施用白雲石粉（dolomite）爲佳。含土介質施3－6 kg／m^3，無土介質則施6－9 kg／m^3。磷肥應以基肥施入，施過磷酸鈣（0-20-0）於含土介質爲1.8 kg／m^3，無土介質則2.7kg／m^3，可供磷和硫。無土介質尙需施入微量元素及展着劑，以免缺乏微量元素及利於水分之吸附。

在國外，有很多商品化的培養土出售，也有生產者自己調配者。台灣近年因生活品質的提高，對花卉需求迫切，由荷蘭進口不少無土栽培的盆花和觀葉植物，加上研究單位多年的提倡及業者的嘗試，盆土的改進日新月異。未來介質的發展，應建立各種作物的配方，並利於機械化和自動化的操作。

亞熱帶地方的溫室，周年濕熱，利於病原菌之滋生，連作更甚，故介質的消毒是溫室管理例行工作之一。在1950年代以前，以更換溫室內土壤爲主，因人工昂貴，好土不易獲得，近年採用空氣與蒸汽混合之蒸汽消毒，其溫度在60－71°C消毒30分鐘。沒有蒸汽設備者，採用化學藥劑消毒如溴化甲烷（methyl bromide）。在台灣拱式簡易塑膠布溫室種植香石竹和滿天星，以淹水方式或與水稻輪作，不失爲經濟可行方法。致於栽植仙克來，觀葉植物等，部分業者均行土壤消毒，以減少病害損失。

四、溫室內栽培床之裝設

溫室內栽培床排列及大小，影响溫室內土地利用率及工作效率。以移動式栽培架，祇留一條46 cm的走道，空間利用率可達90％。栽培床可分地床（ground bed）（照片3），和高床（raised bench）。地床多用於栽植切花、番茄、小黃瓜等。建造時床底採V字形，中間凹處設排水管，床低襯石礫以利排水，床邊至少20 cm以木板圍成或水泥築成。床應每30m傾斜2.5 cm，以利排水。高床之栽培架材料，主由木料、水泥或鐵架構成。簡易者以空心磚爲台腳，上放木架輔以塑膠粗網目或木板（照片4）即成。荷蘭溫室，爲利盆栽植物之搬運，其栽培架之大小配合貨車尺寸，以輪軸或鋼軌協助搬運，以達省工及增加時效。不論何種栽培架，應有50％以上的空隙，以利排水。

栽培床的寬度，切花一般採用1.1－1.2 m寬。高床之高度80－90 cm，靠邊之栽培架以

90 cm 爲宜。中間之栽培架不宜超出 1.8m 寬。荷蘭溫室內之栽培架寬度大多採用 1.6 m。

五、澆　水

澆水不足使作物萎凋，抑制生長；若澆水過多，易徒長，且不耐貯運，嚴重者因水多介質缺氧致傷及根之生育。建造溫室之前就要先測定水質，塩分太高不適於灌溉用。要把介質水分控制的好，介質應選保水強排水良好者，每次澆水要使介質完全濕透，待作物快要顯出缺水症狀之前再澆水，才不致因澆水過多致生育不良。

現代化的溫室，均有良好之澆水系統，有滴灌（照片 5），也有循環式；在插繁殖時，大多採用噴灑灌溉。且肥料與澆水一起作業，雖自動化，但不管如何，都要有人加以巡視，灑水以補機械化自動化之不足。

六、施　肥

栽培介質配製時，需加入白雲石粉以調整 pH 值，同時供應鈣和鎂；並拌入過磷酸鈣，內含有磷、硫及鈣；微量元素亦可栽植前拌入或以後溶於水中施用。那麼剩下植物需要最多的氮和鉀就要經常的供應。一般以 200 ppm 氮和 200 ppm 鉀於每次澆水時施用，對大多數的作物效果多不錯，而在歐美溫室，經常使用 20-20-20 高成分可溶性肥料，其商業產品常含有染料及微量元素，染料溶水呈色，提醒作業人員正在施肥中。二者隔週輪流施用效果甚佳。

現代化溫室施肥，都將肥料配成濃縮液（照片 6），施肥時與灌溉管路相配合，其稀釋倍數可透過肥料比例混合機（fertilizer proportioner）混合後再輸出非常方便？一般除澆水同時施用液肥外，在 1～2 個月裡再施一次較濃的肥料液，或者施入緩效性肥料如 Osmocote 或 Nuricote，其量依作物種類及大小而異，生長快速的草花，須施用放出肥料較快之緩效性肥料，生長後慢者，則施用放出肥料較慢者，其施用量詳見另文。

作物的營養適當與否，可用肉眼診斷和土壤及葉片分析，對一般生產者而言，應有簡單測量介質 pH 值及測總塩類濃度之儀器，隨時測定供施肥是否適當及參考。

七、病蟲害管理及其他

溫室的主要蟲害有蚜蟲、潛葉蠅、粉介殼蟲、蟎類、薊馬等。病源有毒素病、細菌性、眞菌性和線蟲等。在管理上最重要的就是健康無病蟲害的種苗方能進入溫室，然後維護環境的清潔衞生，若發生病蟲害，選擇藥劑及按安全使用方法施用。其詳細的病蟲方法參看本輯有關病蟲害之專文。

在溫帶國家，冬天冰天雪地，溫室要盡量密閉以防熱能散失，以減少加溫成本，在這種密閉情形下，溫室內常有缺 CO_2 之虞，所以一般作業白天均有加入 1000～1500 ppm CO_2 於溫室中。台灣地處亞熱帶，即使冬天泰半時間需開窗通風，所以尙無增濃 CO_2 的必要。

參考文獻

1. 李　晧　1987　花卉之無土栽培　花卉生產改進研討會專集　桃園區農業改良場專刊 p.18-26.
2. 徐森雄、吳嘉俊 .1979　台灣六大都市的氣候　省立屏東農專水工保持學報第四輯 p.1－17.
3. Mastalerz, J. W. 1977. The greenhouse environment. John Wiley & Sons, New York 629 pp.
4. Nelson P. V. 1985. Greenhouse operation and management, 3rd edition, Reston Pub. Comp., Inc. 598 pp.

SUMMARY

Plant response to specific environmental factors is related to the basic plsysiological processes that occur in plants and to yield and quality, the goal of plant production in the greenhouse.

The greenhouse structures has a distinct effect on several environmental factors particularly temperature, light, carbon dioxide, and humidity. The changes that occur in these environmental factors, how they can be modified, and what limitation the greenhouse structure and its equipment impose upon the manager's control of the environment are described and evaluated.

The requirement for heating a greenhouse in winter even in subtropical Taiwan for some crops such as *Phalaenopsis* and foliage plants. Evaporative cooling system, also known as fan and pad cooling in Dutch type greenhouse at the department of Horticulture. NTU, has shown 6°C lower than outside temperature in summer at Taipei.

After greenhouses are constructed and the heating and cooling system are set into operation, the growing bed, root media, root-media pasteurization, watering and fertilization programs should be considered. The largest division in root media types falls between those containing soil and the soilless types. The media should be enriched dolomite and superphosphate. The nitrogen and potassium are commonly applied as a liquid formulation with every watering or once per week. The ammonium form nitrogen must be lower than nitrate form nitrogen to avoid ammonium toxicity.

電腦在設施園藝上之應用

黃裕益*

The Application of Computer on Horticultural Production under Structure

Yuh-Yih Hwang *

摘　要

由於電腦科技的發展，隨著功能的多元化，價格低廉化及使用大衆化，電腦在設施園藝較發達的國家已普及使用。目前電腦應用於園藝設施有兩主要方向，一爲溫室結構之設計，另一爲省能源，高作業效率之經營管理，本文以此爲重點，介紹電腦應用在設施園藝之現況及導入時應注意之事項。

一、前　言

園藝技術的組成可歸納分爲硬體及軟體兩種。硬體包括園藝設施、園藝資材、肥料、農藥、作物、機械等眼睛所看得到及手能觸摸到的物體。軟體爲作物型、種植體系、栽培管理法、經營管理法等只能以文字、語言、圖形來表現出內容的相關知識、經驗。軟體即爲有效的利用硬體及其他資源（人員、氣象、資金、生物等）之技術，而電腦應用在設施園藝上的意義亦即園藝技術的軟體部分由電腦來代行，以達成農業生產中充分利用生物的遺傳特性及環境，並使人工資源的消費爲最低，來得到對人類有益生產物的最大量之目標。

電腦除具有人類所欠缺的高速演算機能外，利用其邏輯判斷，記憶機能及資料的輸入可用以處理資料，並可控制動力機械，於園藝技術上一些煩雜、反複或人們較易疏忽的作業可以藉程式的製作，指令電腦協助經營者來完成。電腦可能應用於設施園藝的範圍如表一所示，其中首先應用於研究方面，而目前推廣實用化也僅限於溫室環境管理、選果等少數項目，今後在基於省能源、省力、省資源的前提下，來達成增大收益的設施園藝目的，勢必更加依賴電腦的利用。表二爲設施園藝經營應用電腦所能預期之效果。近年來，我國電腦科技日漸蓬勃，電腦機體價格也漸低廉，隨著電腦使用大衆化，在設施園藝發展潮流趨使下，本省設施園藝亦將邁入電腦化經營的時代。

---

*台灣大學農業工程系助理。
Assistant, Department of Agriculture Engineering, National Taiwan University.

表一　電腦於設施園藝上可能應用的範圍[2]

大分類	小分類
計畫、預測	播種、栽培、收穫、經營。
設計	溫室、冷暖氣、裝置、機械、電照。
管理、控制	溫室環境、施肥、噴藥、灌漑、搬運、簿記、資產、作業、收穫、調整、選果、貯存。
診斷、分析	經營、土壤、作物營養、肥料、病虫害。
資訊檢索	市況、產地、產品、氣象、文獻、研究、統計、經濟。
教育	栽培法、控制法、診斷法。
通信	電腦網路系統。

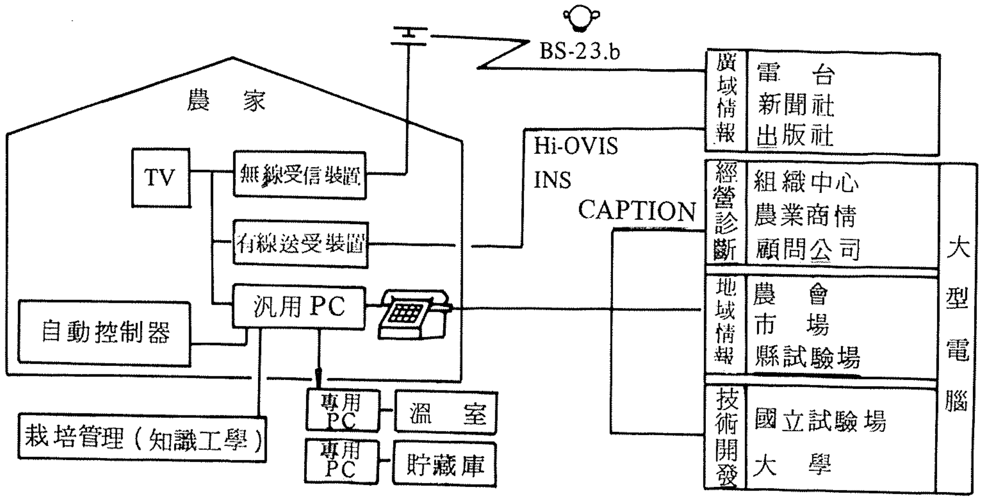
表二　應用電腦所能期待之效果[2]

	效果	備考
1	省力化	委付電腦作業。
2	省能源化	省却浪費的作業、動作。
3	合理化	正確的判斷資料。
4	迅速化	情報快速獲得、活用。
5	費用節減	節約農業生產材料及人工。
6	收量增大	適性的栽培管理。
7	收益增大	適性種植、適當販賣。
8	視覺化	容易理解圖表的提供。
9	發展性	利用程式的改變。
10	充實化	愉快的作業。

二、電腦種類及利用法

電腦種類的分類法很多，簡單的可依其儲存容量大小分爲大型、中型、小型電腦及個人電腦。大型、中型、小型電腦通常設置於農會、縣市政府、試驗所、學校研究機關等，目前農業生產者直接利用的機會相當少，將來可於農家裝置終端設備以電話線路與電腦連線便可利用。而農業經營上以個人電腦的利用爲主，個人電腦又可分爲汎用個人電腦和專用個人電腦兩類，汎用個人電腦爲一般之個人電腦，利用目的並沒有限定，可依不同目的製作程式多目標使用，也可兼使用爲與大型電腦連線的終端設備。專用個人電腦則爲使用目的僅限爲單項的微處理機。

對於各型電腦的機能各有適宜的使用目的，於表一中，資訊檢索以利用終端設備與小型以上電腦機種連線的地方最多。計畫預測、設計、診斷分析、教育及簿記、資產、作業管理以汎用個人電腦的利用爲主。溫室管理、收穫、調整一般則利用專用個人電腦。圖一爲將來在園藝經營上電腦利用形態之藍圖。將來農家對於電腦的利用形成系統化，在溫室群的各棟溫室內設置溫室環境管理的專用個人電腦，農家自宅設置統括管理的汎用個人電腦，蒐集、整理資料，以通信系統及大型電腦的連線做資料的傳遞，連接成一電腦網路系統，農家對電腦的利用不僅於營農活動，在農學教育、農學研究、普及活動及民間公司的營業活動都將充分利用。



圖一　將來農家電腦利用形態藍圖(2)

三、溫室設計

溫室設計包括溫室結構設計、光環境設計及附屬設備等項。以個人電腦能夠使用於溫室設計之種類及其所需輸入之資料及輸出結果列如表三。

表三　　個人電腦應用於溫室設計之種類(5)

項目	計算種類	輸入	輸出
溫室結構設計	結構設計	建坪、形狀、荷重、材料特性	結構體各構件之尺寸。
光環境	幾何計算	建地位置、構造、灯光的種類及位置。	光透過率（各時間之分布及平均值）、照度分布。
通風設計	熱收支及流體計算	室外氣溫、濕度、日射量及室內設定溫、濕度條件。	換氣量、天窗、側窗面積及通風扇容量。
冷却設計	熱收支計算	同上	換氣量、噴霧量或冷氣負荷量
暖氣設計	同上	外氣候、被覆材料、保溫法。	暖氣負荷量、方法及適當的被覆法。
省能源設計	同上	同上	機器容量及運轉方式。
溫室控制	模擬(simulation)	外氣象條件、室內設定條件。	室內溫、濕度之變化。

上列設計若能使用電腦來協助，不僅加快計算速度，節省大量人工，且一般農業生產者只需稍具有設計理念，便可依現成的程式軟體做溫室設計。以溫室結構設計爲例，設計之流程爲：

1. 建造者（農家）之經濟條件，栽培管理上之條件、希望，建築預定地之地理、氣候條件的商討、調查。
2. 所希望溫室之性能（如透光率）及必要具備之條件（如設計基準）的決定。
3. 溫室的決定（大小、形狀、必要構材尺寸的假定）。

4. 檢查 3. 的結果是否滿足 2. 之性能及條件。

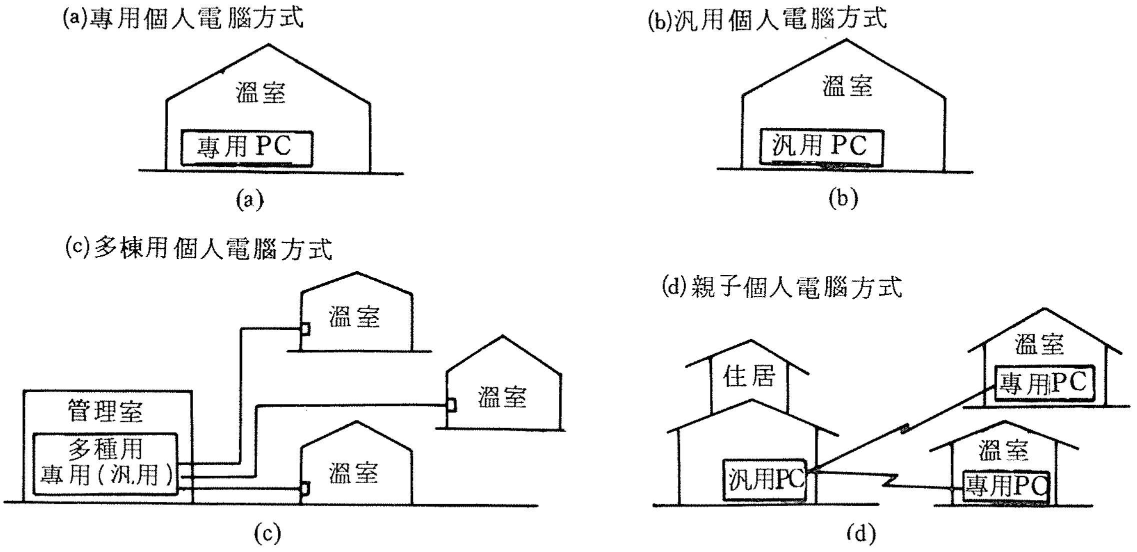
5. 4. 的檢查不滿足時，反覆 3. 、 4. 之步驟，直到滿足之結果。

6. 以得到之結果作成設計書。

平常以人工計算時，設計者必需在 3. 、 4. 步驟反覆的施行，先依其經驗判斷來假定一組數值，而後逐次修正來得到滿足條件的結果。其次再以同樣的方法、步驟，求得一樣能夠滿足條件的結果三～四組，再於其中選擇一組最經濟的結果作成設計書。類似這種需要多重計算過程及反覆施行步驟的問題，最能讓電腦發揮其機能，且實際上能夠滿足的結果可能有無數多組，依人工判斷得到的結果不能保證爲事實上最經濟的組合，用作業研究 (OR)求最佳解的理論製作程式，可由電腦很快求得最經濟的設計。最後，設計的結果也可以用電腦製圖。將來把溫室設計的程式用對話型系統書寫，只要在一問一答之間便可完成整個溫室設計的作業，交付施工。

四、環境管理

園藝設施上目前電腦於環境管理的利用最爲普及，利用方式可區分爲圖二之四種方式，而現在市面上推出販賣的系統幾乎都爲(A)方式之專用個人電腦，操作法容易而無法使用至別種用途。(B)～(D)的方式現只用於研究試驗機構，軟體的融通性較高，於環境管理軟體或週邊設備硬體的改變較容易，也可多目的使用，今後將較爲普及應用。



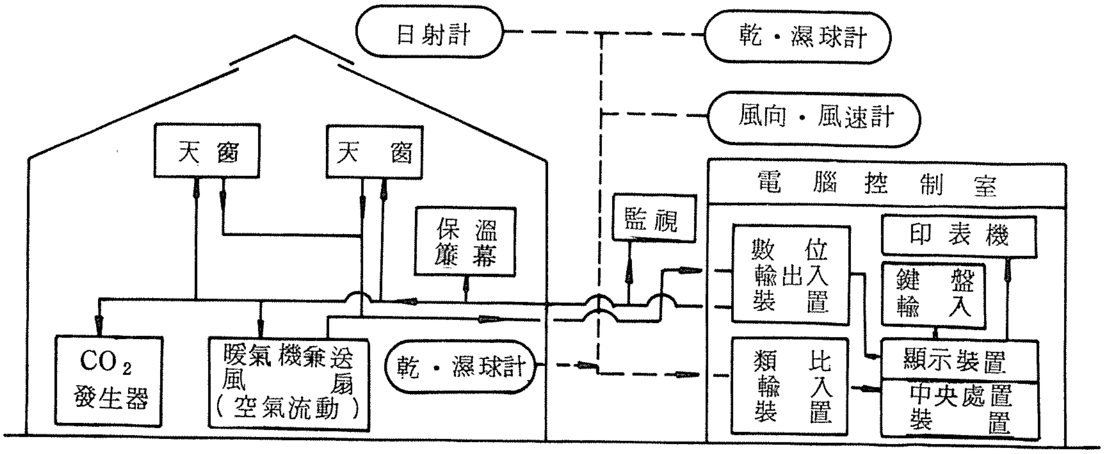
圖二　溫室環境管理之個人電腦利用方式 (1)

以個人電腦行環境管理可分爲單項環境管理及總合環境管理。單項環境管理只控制單項環境因子。總合環境管理利用的設施園藝對象限於至少須裝備有暖氣、換氣及保溫用室內可動簾幕，其較簡單的硬體構成如圖三。總合環境管理共可分爲三項機能：

1. 複合環境控制。

2. 緊急事態處理。

3. 資料蒐集、解析。



圖三 專用個人電腦溫室總合環境管理系統之硬體構成[1]
（實線：數位輸出入　　虛線：類比輸出）

(一)複合環境控制

複合環境控制爲兩種以上的環境因子（如室溫、CO_2濃度等）的控制目標範圍隨時刻共同改變時，一種以上的環境控制器（如暖氣機、換氣裝置等）合理的操作，在限制的條件下，控制上述的環境因子的狀態值在一定範圍內。其操作流程如下：

計測環境 → 判斷 → 機器操作 → 環境變化
↑___________________________________|

先測定環境（室內外溫度、濕度、日射量、CO_2濃度、土壤水分、室外風速、日射量等）。根據所測定之環境因子各值由電腦計算要改變環境使它達到溫室內環境設定值時，是否需開閉暖氣或冷氣機、開閉氣窗或簾幕，加CO_2量及是否需灌溉等。若有需要再由電腦命令機器操作，此時室內環境就開始變化。再經計測、判斷、操作等循環手續，繼續操作直到環境設定值爲止，複合環境控制之機能列於表四。由於(1)作物的最適溫度、最適濕度、最適CO_2濃度依日射量、生育階段變化。(2)作物的最適環境並非一定值，而都在一般範圍。(3)環境因子的大小可由其他環境因子的大小得到補償，如CO_2濃度低時，若加大氣流速度可提高CO_2濃度。(4)作物生產的目標並非只求收量最大，亦需求其收益最大，而依生產成本消費及市場價格的變動，最適環境的範圍也有相異。故溫室內最適環境的決定，至今尚無法以數理模式來控制，而需以半經驗的由利用者來訂定各環境因子之範圍。且植物生長環境也隨著時間在變化，所以機器忽開忽閉永無停止，易致機器發生故障，故爲防止機器頻繁的運作，把每日環境設定值分時間帶設定，在每個時間帶內每隔一指定時刻操作，以減少機器的運作，例如日本ESD公司的Green-Micom溫度控制的時間帶區分及設定法爲：

時間帶		開始條件	上限（窗開放）	下限（暖氣）
1	早晨	指定時刻或日射量在 0.02 ly 以上時	指定溫度（　）	指定溫度（　）
2	上午	指定時刻	指定溫度（　）	指定溫度（　）（相同值）
3	下午	12：00（固定）	指定溫度（　）	
4	前半夜	指定時刻或日射量在指定值以下時	指定溫度（　）（相同值）	指定溫度（　）
5	後半夜	指定時刻		指定溫度（　）
6	深夜	指定時刻		指定溫度（　）

(二)緊急事態處理

環境因子的狀態值有異常現象（如非操作時刻溫度過低）及環境控制器有異常（換氣窗開閉裝置或暖氣機的故障等）時，在自宅或作業現場裝置的警鈴或灯號顯示信號警告，讓經營者立即前往處理，印表機並記錄異常狀態。進一步也可做些應急措施，如強風時雖室溫在設定範圍之內，關閉天窗防止天窗破壞。這項機能使經營者能安全的栽培也減輕其心理負擔。

(三)資料蒐集、解析

環境因子的狀態值、控制環境機器的動作等以灯號或數字顯示，並以記錄紙記錄。這些資料可由經營者加以解析，做爲將來改善環境管理法之依據。

表四　　複合環境控制之機能[1]

重要度	機能	重要度	計測因子	機器	備考
A（基本機能）	1. 換氣	a	室溫 屋外日射量	天窗、側窗，開閉用馬達或換氣扇。	・比例控制或多段式控制。
		b	外氣溫 風向、風速 降雨、降雪 室內外濕度	同上	・依風向、風速、降雨、降雪變更換氣窗開度的上下限。 ・換氣也考慮濕度及 CO_2 濃度
	2. 保溫	a	室溫	保溫用簾幕 開閉用馬達	・一層或二層簾幕。
		b	屋外日射量 保溫簾幕上氣溫 外氣溫 室內外濕度	同上	・簾幕可兼用遮光或日長控制 ・簾幕的開閉不只考慮室溫，也考慮左列計測因子之實測值。
	3. 暖氣	a	室溫 屋外日射量	暖氣機（溫風、溫水、溫排水、地熱等）	・依日射量變更設定值。
		b	外氣溫 室內外濕度	同上	・考慮屋外氣象條件的時刻變化而預測控制。

表四　複合環境控制之機能[1]（續）

重要度	機能	重要度	計測因子	機器	備考
B（付加機能）	4. CO_2 施用	a	（CO_2濃度）	CO_2 發生器	・不一定要使用感應器。
		b	屋外日射量	同上	
	5. 灌漑（施肥）		（土壤水分含量） （積算日射量）	灌漑用泵浦 灌漑用水管	同上
	6. 遮光		屋外日射量 室溫	遮光用簾幕 開閉用馬達	
	7. 細霧冷氣		室溫 （室內溫度）	細霧發生用噴嘴、送水管、泵浦。	
	8. 藥劑散布			噴嘴、水管、泵浦等	
	9. 水耕		養液槽水位、養液溫、pH、EC	養液循環泵浦、加熱器、施肥裝置。	
	10.太陽熱利用		日射量、外氣溫、蓄熱體溫度	熱交換裝置。	・今後愈形重要。

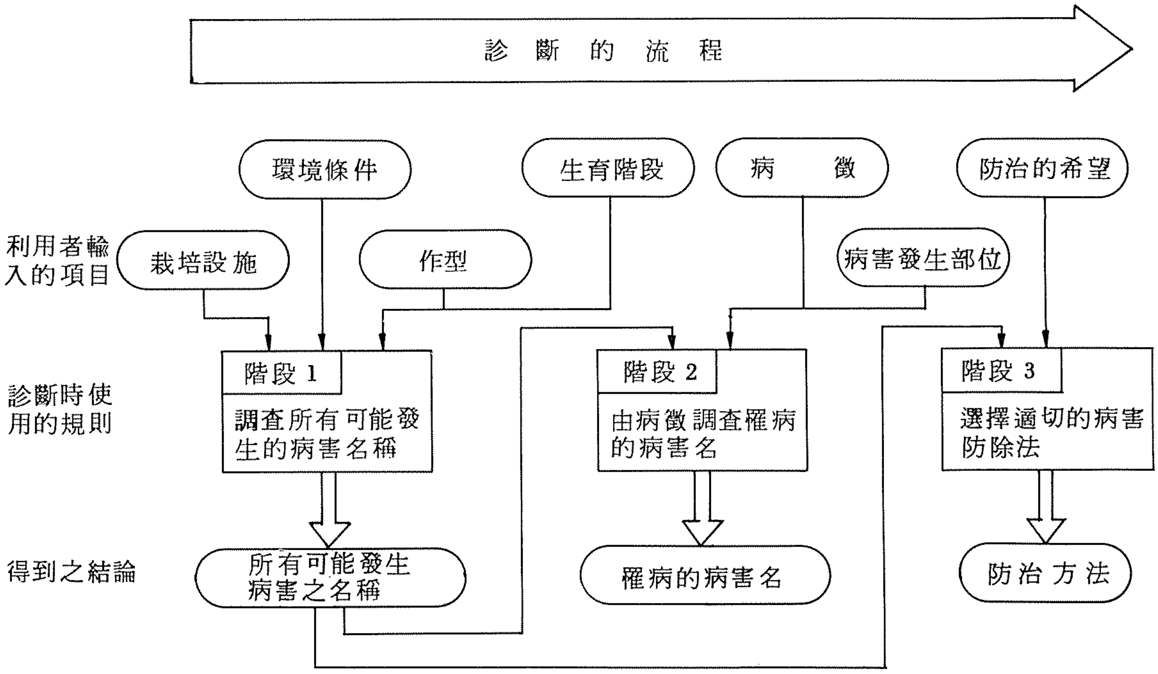
五、知識性電腦之應用

近年來應用知識工學（人工智慧）開發之專家型（Expert system）軟體逐漸普遍。此類軟體蒐集、組合人們經長時間、經驗所得到主要由因果關係構成的專門性知識，以儘量類似人們的思考方法製作成電腦程式來行推論問題，協助一般利用者也能像專家一樣來解決高度的專門性問題。

專家型軟體可用於醫學、法律、政治、經濟及農業等多方面，已完成的系統幾乎只能於大型計算機或一些價位較高的電腦使用。目前以使用個人電腦，應用於園藝、農業方面的專家型軟體—MICCS（Microcomputer-based consultation development system for agricultural uses）也已開發，利用MICCS時使用簡易的對話系統，過程中皆有說明圖顯示，推論結果也有說明，讓使用者了解，可適合各層次知識的人。現在於農業方面已開發或正在開發的項目有：

1. 診斷方面：病害、土壤、營養、經營、生育、故障診斷等。
2. 預測方面：收穫量、病害、生育及氣象等。
3. 設計方面：溫室、農機、節省能源等。
4. 計畫方面：栽培、地域、生產、育種、防災等。
5. 檢索方面：植物、遺傳、新技術等。
6. 咨商方面：法律、營農等。
7. 教育方面：農業知識、電腦知識等。

以番茄病害診斷系統之診斷內容如圖四。診斷共分三個階段，在階段 1 由栽培設施（如溫室等）、環境條件（氣溫等）、作型（促成栽培等）、生育階段（收穫期等），診斷出所有可能發生的病害。階段 2 由病徵（如發霉等）、病害發生部位（在根部發生等），及階段 1 之結果，診斷出實際罹患之病害。在第 3 階段由希望防治的方法（如希望使用農藥來防治等），及階段 1 和階段 2 之結果選出適切的防治方法。此系統並不一定要遵循階段 1 →階段 2 →階段 3 的順序診斷，有時也可由階段 1 直接跳到階段 3 ，便可作為病害的預防之目的使用。



圖四　番茄病害診斷系統施行之內容 (3)

六、結　　語

最近電腦科技在硬體方面的技術進展及低價格化日漸顯著，今後仍將持續此一傾向，電腦硬體方面應用於設施園藝實用上已沒有問題，而電腦應用效果的優劣問題點主要在於軟體的開發。本省之設施園藝欲步入省能源、省力、省資源的電腦化時代，固可先援用國外之研究成果，而其中或有不適於本省之設施園藝經營條件者，解決之道有：

1. 儘速蒐集本省設施園藝之相關基礎資料，建立設施園藝計畫及設計基準，以為軟體開發之依據。
2. 結合生物與工學，建立本省溫室之複合環境控制模式及低價、耐久性感應器的開發。
3. 從業人員加強電腦教育以便施行及推廣。

參考文獻

1.古在豐樹　1983　マイユンによる環境制御　野菜工場の技術と經濟性シーエムシー。
2.古在豐樹　1985　施設園藝におけるコンピュータ利用　農耕と園藝別冊　誠文堂新光社。
3.古在豐樹　1985　マイユンによる園藝農業用ユンサルテーションシステム　インフォーメション。
4.矢吹萬壽等　1985　施設園藝學　朝倉書店。
5.岡田益己　1986　溫室設計におけるパソコン BASIC の活用施設園藝におけるユンピュータ利用セミナー講演要旨。
6.高倉直　1981　溫室のマイクロコンピュータによる環境制御の現狀と將來の展望　農業設施 におけるマイクロコンピュータの利用講演要旨　農業施設學會。

SUMMARY

Since the rapid development of the technique in either software or hardware of computer, there are some countries like Netherland and Japan, having widely applied computer to design and management in agriculture. Taiwan is situated on the subtropical zone, the best area for agricultural production, but the dense population and limit land make the type of horticultural production under structure.

This content introduces the current development of computer applied to the horticultural production under structure in Japan, including design and environmental control of greenhouse, MICCS etc. It is hoping for this content can provide the farmer with basic concept of applying computer on horticultural management.

討　論

李　哞（台大園藝系）問：

1.電腦操作，在台灣高溫度設在最高溫 30℃，當你沒有這些降溫設施時，電腦如何控制？

2.Modeling 需要有光線、溫度、CO_2等環境的組合，看它們如何影響生長速率，在沒有這些基本資料下，如何操作電腦？

黃裕益答：

我想對這個問題，可能可以適應我剛才的結論，應該與李教授聯合共同開發，應是可行之道。

李金龍（農委會）發言：

電腦應用於設施環境之控制方面，是正確的方向。尤其是緊急事故處理方面，更可發揮效果。例如：寒害、雨害等之防治。

王豐政（中興大學農業機械工程系）問：

溫室內應用於電腦上之複合環境控制模式之定義及其如何建立？

黃裕益答：

此複合環境控制模式不是我建立的，是日本建立的。昨天與李哞教授的學生談，他們說南部有很多的溫室皆有自動控制天窗開閉的裝置。是由經營者自己設定固定溫室的溫度，若超過這個溫度，它只會做些關閉天窗的工作，而混合環境的控制，不只是控制溫度而已，還控制CO_2濃度。例如剛看到的，有窗簾和CO_2的發生器等裝置，關於詳細的內容，我現也正在學習中，若有興趣我們可共同研究。

溫室覆蓋材料之開發及利用

王進雄 *

Development and Application of Covering Material for Greenhouse

Chin-Hsiung Wang

摘　要

本文介紹近20年來國內外溫室覆蓋材料之開發及利用情形，內容包括、溫室覆蓋材料之種類及規格以及相關輔助材料之使用情形，文中並對各種材料之性質（例如透光率及耐用年限）及經濟性詳加比較，此外尚以台聚公司爲例介紹其歷年來協助有關單位進行溫室覆蓋材料之開發及利用情形，最後則針對目前之趨勢做簡要之結論。

一、前　言

溫室是設施園藝的主要工具，溫室覆蓋材料從傳統的竹簾、木片、玻璃發展到今天的各種塑膠製品，變化無窮，各種覆蓋材料各有它的農業特性，但是我們也不能不考慮它的耐用性、經濟性，當然目前農村勞力缺乏，農家也講求新、速、實、簡，一種材料是否能實際推廣，還要看農民的接受程度而定，此外，近年來政府有關機關對設施園藝工作不遺餘力地推展，例如各農業試驗單位或相關學術機構以及各界學者專家積極參與之下，使溫室覆蓋材料之開發及利用愈加蓬勃，下面即把各種溫室覆蓋材料的開發及利用情形加以說明。

※台灣聚合公司加工實驗所技術服務工程師

二、溫室覆蓋材料之種類及規格

	厚　度	寬 × 長			
(一)玻璃：	平光 5 mm	0.9^{M} × 1.8^{M}	1.2^{M} × 1.8^{M}	1.2^{M} × 2.4^{M}	1.5^{M} × 2.4^{M}
	平光 8 mm	0.9^{M} × 1.8^{M}	1.2^{M} × 1.8^{M}	1.2^{M} × 2.4^{M}	1.5^{M} × 2.4^{M}

(二)塑膠製品：

1. 軟質（布類）

	厚　度	寬度	長度
(1) PE 布	無色，0.10 ～ 0.20 mm	× 4 M	× 100 M
PE 布	無色，0.10 ～ 0.20 mm	× 6 M	× 50 M

* 台灣聚合公司加工實驗所技術服務工程師
Technical Service Engineer of USI Far East Corporation

(2) PVC 布　無色，0.15～0.20 mm × 4 M × 100 M
(3) EVA 布　無色，0.15～0.20 mm × 4 M × 100 M
(4) PET 膜　透明，0.15 mm × 2.2 M × 100 M

2. 硬質（板類）

	厚	寬	長
(1) PVC 浪板	半透明，1.3 mm	× 0.7 M	× 1.8 M、2.1 M、2.4 M
(2) FRP 浪板	半透明，1.5 mm	× 0.7 M	× 1.8 M、2.1 M、2.4 M
(3) PMMA（壓克力）	透　明，2.0 mm	× 1 M	× 2 M
(4) PC 板（聚碳酸酯）	透　明，0.7 mm	× 0.65 M	× 3M

㈢輔助材料：

1. 竹簾、木片，就地取材

2. 塑膠網

		寬	長
(1)網目（白）	16 × 16 目	1.8 M × 30 M，3.7 M × 30 M	
（白）	24 × 24 目	1.8 M × 30 M，3.7 M × 30 M	
（白）	32 × 32 目	1.8 M × 30 M，3.6 M × 30 M	

(2)遮光網（黑）

遮光率（%）	長（M）	寬（M）
50 %	50 M	$1^M, 1.8^M, 3.7^M, 4.3^M, 7.4^M, 8.0^M$
〃 60 %	50 M	1^M　1.8^M，3.7^M
〃 70 %	50 M	1^M　1.8^M，3.7^M
〃 80 %	50 M	1^M　1.8^M，3.7^M
〃 90 %	50 M	1^M　1.8^M，3.7^M
〃 95 %	50 M	1^M　1.8^M，3.7^M

3. EVA 發泡布

透光率 40 %　2 mm × 1 M × 2 M

4 不織布

透光率 80 %　寬度 1^M，1.2^M，1.8^M，2.1^M，2.7^M，3.2^M，長度 200M

三、各種材料的性質及經濟性之比較

材　質	厚　度（mm）	透光率（%）	參考價（NT$/M²）	耐用年限（yr）	每年成本（NT$/M²/yr）
㈠玻　璃	5	85	518	15	34
	8	82	800	20	40
㈡塑　膠					
1. 軟質（布類）					
(1) PE 布	0.18	80	10	1	10
(2) PVC 布	0.18	85	14	1	14
(3) EVA 布	0.18	85	13	1	13
(4) PET 膜	0.15	87	120	5	24
2. 硬質（板類）					
(1) PVC 浪板	1.3 mm	70	114	2	57

(2) FRP 浪板	1.5 mm	70	142	2	71
(3) PMMA 板	2.0 mm	85	310	3	103
(4) PC板	0.7 mm	85	900	7	128
(三)輔助材料					
1.竹簾、木片		—	30	2	15
2.塑膠網					
(1)白色網	16 × 16 目	—	10	2	5
	24 × 24 目	—	20	2	10
	32 × 32 目	—	22	2	11
(2)遮光網（黑色）					
50、60、70、80、90、95 %			10	2	5
3. EVA 發泡布 40 %			15	3	3
4 不織布透光率 80 %			16	2	8

四、台灣聚合公司歷年協助有關單位進行試驗經過及改進

分三階段

早期　民國57年～62年　一般性PE布，PE網之應用。

中期　民國63年～68年　經改良PE布，PE網之應用。

近期　民國69年～74年　發展無水滴效果的EVA布之應用。

(一)民國 57 年　溫室栽培康乃馨在梨山勝光農場，保溫、防風、防雨效果。

(二)民國 57 年　隧道棚栽培夏季蔬菜，防雨功能。

(三)民國 58 年　隧道棚、夏季蔬菜、小玉西瓜，增產百分之百—三芝鄉。

(四)民國 58 年　隧道棚、育苗 PE 棚、菊花—三重市。

(五)民國 58 年　溫室洋香瓜、王連生農友試種，由育苗到採收—善化。

(六)民國 60 年　溫室葡萄，產期調節，提早一個月—嘉義、中埔。

(七)民國 60 年　溫室清潔蔬菜、立體栽培—糖試所。

(八)民國 61 年　溫室葡萄，產期調節，提高產量—台中縣葡萄生產合作社。

(九)民國 61 年　溫室洋香瓜、洋菇舍休閒期的有效利用，降低成本—高雄場。

(十)民國 61 年　網室夏季蔬菜，改善品質—台北場。

(十一)民國 62 年　網室夏季蔬菜栽培之改進，降低風害、雨害，提高產量—台北場。

(十二)民國 63 年　溫室葡萄，一年結二次果—台中葡萄生產合作社。

(十三)民國 63 年　網室蔬菜栽培之提倡，縮短產期—台北場。

(十四)民國 66 年　溫室花卉栽培，對溫度、濕度有調節功效，免雨害。

(十五)民國 68 年　高架網棚夏季蔬菜，免強光直射、降溫，增加產量，提高品質。

(十六)民國 70 年　溫室冬季育苗栽培，防寒保溫效果—澎湖場。

(十七)民國 72 年　網室清潔蔬菜—台糖埔里。

(十八)民國 73 年　溫室葡萄、防雨、防風—台中場。

(十九)民國 73 年　網室木瓜、枇杷、冬天防雨—台中地區。

(二十)民國 74 年　網室平地香菇栽培—台中地區。

㈢民國74年　隧道棚春作洋香瓜栽培、保溫、防風，增加產量—台南地區。

㈣民國74年　網室精緻農業應用—全省各地區。

㈤民國74年　遮雨棚，草莓栽培，觀光果園之利用—台北地區。

㈥民國74年　網室、溫室高級花卉栽培—台中、台北地區。

綜合上述使用實例，爲了使選用的材料發揮到預期以上的效果，必須在適當的時期，來選用合適的材料，好讓作物像在自然環境中生長一般，但須先明瞭覆蓋材料的利用特徵。

五、溫室塑膠覆蓋材料的利用特徵

1. 滴水性材料—生露水，適合水稻育苗，沙床育苗。
2. 不滴水性材料—不結露、不起霧、透光性佳，無水滴與降低濕度之效果。
3. 防塵性材料—塑膠表面塗佈特殊防塵膜，降低灰塵污染，不失去透光性。
4. 防露性材料—防止溫室內外溫差所形成的水霧，不影響透光性。
5. 光線選擇性材料—這種材料能夠有效的限制特定波長光線通過，類似照相機使用的濾光鏡原理一樣。
6. 耐候性材料—太陽光線中的紫外線是破壞塑膠材料的兇手，如添加紫外線劑，可延長使用年限。
7. 遮光性材料—防止強烈陽光灼熱，降低陽光照射量，避免強光直接照射，採用不同種類的布幔、網材均能造成不同效果的良好光線。

六、結論與展望

㈠溫室的覆蓋材料，玻璃愈來愈少，塑膠愈來愈多。

㈡塑膠覆蓋材料中以軟質較薄價廉者較爲適宜。依目前趨勢看來無滴水 EVA 布是很受重視的一種。

㈢PET 覆蓋材料較硬質、強韌又透明，國內有很多人感到興趣，未來發展如何尚待事實證明。

㈣輔助材料中，PE 網的貢獻最大。PE 灌溉管將來必倍受重視。

參考文獻

1. 台聚簡訊　1987 PE 塑膠在設施園藝上之應用　設施園藝研討會專輯 P.3～95。
2. 伊藤公正　1983 塑膠材料手冊　P.21,372　文源書局。
3. ユニチカ株式會社　1978　31號　52•3•5。
4. 農業資材ガイド　1986　太洋興業株式會社　P.17。
5. 波板ガイド　1986　三菱瓦斯化學株式會社（全）。
6. 耐久性農用硬質フイルム　1986　帝人株式會社（全）。
7. 農ビ　1986　三菱モンザト化成ビニル株式會社　P.13～19
8. 被覆資材　1986　全農施設資材部　P.15。
9. FLORISTS' REVIEW 1984 May 3 P.64。

SUMMARY

The development and application of covering materials of green house in the past twenty years in Taiwan and the world will be introduced in this report which includes: various kinds of covering materials of green house, the specifications, and the applications of related auxiliary materials.

Properties (such as light transmission rate and serving life etc.) and cost performance of each material will be compared also. Since USI FAR EAST CORP. has cooperated with a related agricultural department to develop many kinds of green house covering materials, the experience of USIFE during these years will be presented as reference. The current development trend of these materials will be summarized as a conclusion.

設施園藝之病害問題及其防治

林 正 忠*

Diseases of Horticultural Crops under Structure and their Control

Cheng-Chung Lin

摘 要

本省的設施栽培可將栽培基質略分為兩類：土壤與營養溶液。二者所發生的病害問題稍有不同，如洋香瓜的露菌病、白粉病在土耕與液耕中皆可發現，然線蟲病害則在土耕中發現。除洋香瓜外，番茄的菸草嵌紋病毒及結球白菜的細菌性黑腐病與軟腐病在設施栽培中常發現，顯示經由人為操作或種子傳播方式亦會將許多病害帶入設施內。設施園藝防治病害首重預防，防止病害由外進入設施內，同時移植種苗也應事先消毒處理。如此設施園藝的病害防治方易獲成效。

前 言

設施園藝為本省近年來積極進行的園藝研究項目，因所使用的結構不同而分簡易式與精密式。簡易式如以稻草遮陽及防風等簡易設備；精密式則利用精密儀器控制溫度、濕度及光照等，提供完美的生產環境皆可稱設施園藝。其目的皆在尋求一個穩定的生產環境，並提供作物生長的最佳條件，進而獲得高產量與精緻品質的農產品，提昇農業經營形態。

國內近年來從事設施園藝的研究單位，主要分為北、中、南三區。北部由台灣大學及桃園區農業改良場三重分場負責，其重點包括網室結構，栽培管理技術及台北市近郊網室蔬菜栽培技術。中部由台中區農業改良場負責，南部則由省農試所鳳山熱帶園藝試驗分所負責，研究重點為水耕式栽培制度，此外尚有台南區農業改良場與高雄區農業改良場進行隧道式塑膠棚或簡易型塑膠室栽培洋香瓜。另有少數公營機構如台灣糖業公司、台灣鳳梨公司與民間企業亦進行設施栽培之經營，主要仍以簡易設施配合水耕模式栽培蔬菜或瓜果。以下就近一年內調查上述單位的設施園藝病害說明如次。

病害調查

設施園藝病害調查自民國 75 年 4 月迄同年12月止， 前後共歷九個月，發現設施園藝的病害種類頗多（表一），對於某些作物的生長與產量也有某種程度的影響。

---

* 鳳山熱帶園藝試驗分所副研究員
Plant Pathologist, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, ROC.

表一　設施園藝之調查地點與病害種類

Table 1. Diseases survey of different institutes and places under structure

葫蘆科（Cucurbitaceae）

網紋洋香瓜：

鳳山分所，嘉義全福種苗，高雄場澎湖分場，臺中場埔里分場，老埤農場，岡山，佳里。

白粉病：Sphaerotheca fuliginea

黑煤病：Meliola sp.

露菌病：Pseudoperonospora cubensis

蔓割病：Fusarium oxysporum f. sp. melonis

蔓枯病：Mycosphaerella citrullina

西瓜嵌紋病毒：Watermelon mosaic virus

*胡瓜綠斑嵌紋病毒？Cucumber green mottle mosaic virus

*菸草嵌紋病害？Tobacco mosaic virus

*甜瓜壞疽斑點病毒：Melon necrotic spot virus

線蟲：根腐線蟲：Pratylenchus sp.

根瘤線蟲：Meliodogyne sp.

殘根線蟲：Trichodorus sp.

西　瓜：

鳳山分所。

白粉病：Erysiphe cichoracearum

*番茄點狀萎凋病毒：Tomato spotted wilt virus

胡　瓜：

嘉義全福種苗。

露菌病：Pseudoperonospora cubensis

茄科（Solanaceae）

番　茄：

鳳山分所，桃園場三重分場。

白粉病：Erysiphe cichoracearum

胡瓜嵌紋病毒：Cucumber mosaic virus

菸草嵌紋病毒：Tobacco mosaic virus

十字花科（Crucifera）

結球白菜：

老埤農場。

黑腐病：Xanthomonas campestris

軟腐病：Erwinia aroideae

蕪菁嵌紋病毒：Turnip mosaic virus

藜科（Chenopodiaceae）

菠　菜：

新　莊。

表一(續)

菊科 (Compositae)	
萵苣:	
臺糖埔里加工廠,臺北新莊,溪湖。	
茼蒿:	
溪湖。	
旋花科 (Convolvulvulaceae)[a]	
空心菜:	
溪湖。	
莧科 (Amaranthaceae)[a]	
莧菜:	
新莊,溪湖。	

a:未發現病害。 *:病毒性病害依據電子顯微鏡鏡檢、生物檢定寄主反應判斷。

防治方法

上述許多機構發展設施園藝,病害種類如上所述,而曾配合進行防治研究者只有省農試所鳳山熱帶園藝試驗分所及嘉義全福種苗公司二者,防治對象爲洋香瓜眞菌性病害及線蟲病害,洋香瓜眞菌性病害如白粉病,可利用殺菌劑如白粉克、包您好等藥劑噴灑控制病害蔓延。露菌病則用83%銅劑配合58%利樂滅(鋅錳滅達樂)控制病害再度蔓延,蔓割病及蔓枯病則利用四氯丹粉劑加水呈糊狀,直接塗抹發病部位控制病組織擴大,黑煤病則噴殺蟲劑控制蚜蟲繁殖而間接抑制黑煤病的再度蔓延。

防治線蟲首先利用溴化甲烷進行設施內土壤燻蒸消毒,後改用萬壽菊間植於洋香瓜植株間,二者都有收到防治效果,洋香瓜種植後期,未發現線蟲爲害。

結　語

本省研究設施園藝爲近幾年來的新研究項目,由於耕作的方式迥異於傳統的露地栽培,許多新的耕作方式與新的品種,如水耕密植洋香瓜即爲一例,洋香瓜的品種,也由露地栽培品種中選擇適合設施園藝的品種,如アルス品系等,新的栽培方式與品種將衍生新的病害問題。

由近九個月的調查發現設施園藝仍有許多病害問題尙待解決,眞菌性病害以白粉病及蔓枯病發生頗爲嚴重,二者皆爲空氣傳播,由於設施內氣溫較露地高,相對濕度較大,適合此二病害發生,由於環境條件較穩定,故病害一旦發生,二次感染就會繼續發生並難以控制。

在設施中亦發現葫蘆科作物與茄科作物易感染毒素病,由病徵、電子顯微鏡鏡檢及生物檢定可發現數種病毒,其中以機械傳播及種子傳播爲主,如菸草嵌紋病毒,又發現胡瓜綠斑嵌紋病毒與甜瓜壞疽斑點病毒二者經由種子與機械傳播的毒素病發生於設施內,此一現象顯示未來設施園藝應該注意經由種子攜帶病毒而發生的病害,如果事先處理種子,以高溫或磷酸三鈉處理種子,消除種子帶毒,則可避免設施內遭受種子污染而發生病害。

利用水耕方式栽培,使得細菌性的病害變得明顯而重要,由於水耕方式,藉著循環水流輸送養液,同時助長養液中的病原蔓延,老埤農場的結球白菜細菌性軟腐病即爲一例,故細菌性病害,在水耕制度中深具威脅,也是設施園藝中應加以防範。

利用藥劑控制眞菌性病害如白粉病與露菌病，與露地栽培時施藥方式略同，惟應注意設施中的高溫，偶會引起作物發生藥害，應避免高溫下進行施藥。

總之，設施園藝在本省的園藝研究中爲近年來積極進行，而設施園藝的病害防治成功與否，對於設施園藝具有重要影響。

謝辭

本研究調查過程蒙沈分所長鼓勵及各機構場所配合，特致謝意。線蟲鑑定蒙中興大學蔡東纂先生協助，亦一併致謝。

參考文獻

1. 田中寬　1982　施設野菜の病害對策　タキイ種苗（株）宣傳出版部發行。
2. 植物ウイルス研究所學友會　1984 野菜のウイルス病發生生態と診斷防除　日本養賢堂發行。
3. Hollings, M., Y. Komuro, and H. Tochihara, 1975. Cucumber green mottle mosaic virus. in C.M.I./A.A.B. Descriptions of plant viruses No. 154.
4. Zaitlin, M., and H.W. Israel, 1975. Tobacco mosaic virus (type strain). in C.M.I./A.A.B. Descriptions of plant viruses No. 151.

SUMMARY

Two cultural media, soil and nutritent solution, were the main media under structure. Different diseases occurred between these two cultural media. For example, downy mildew and powdery mildew could be discovered in both media, however, nematode diseases discovered in soil under structure. Tobacco mosaic virus in tomato and bacterial black rot or soft rot in chinese cabbage also occurred under structure. These showed cultural practice by human or seed borne disease would often transmit pathogens into structure. Disease control was preventing disease causal agents from outside of structure. Seedlings of vegetative propagation should treat before transplant into structure. These principles will achieve good protection of horticultural crops under structure.

討　論

郭孚燿（台中區農業改良場）問：

水耕栽培中是否仍然會發生土壤傳播性病害？

林正忠答：

水耕栽培中土壤傳播性病害是沒有，像線虫就一定沒有，但是有些病菌可能由種子帶來。

王鼎盛（台灣大學農工系）問：

病菌對於家庭園藝之危害程度如何？對住家人類之危害是否嚴重？

林正忠答：

有種眞菌是會感染人類的內耳，我想若部份人對眞菌孢子會過敏，那麽就會造成危害。

設施園藝之蟲害問題及防治方法之探討

羅幹成 *

The Pest Problems and Control Methods on Crops in Greenhouse

Kang-Chen Lo

摘　要

本省地處亞熱帶及熱帶，昆蟲發生種類甚多，發展設施園藝栽培，害蟲問題將爲主要項目之一，可能出現溫室危害作物之害蟲，以小形昆蟲爲主，如鱗翅類之小形蛾類，薊馬類，介殼蟲類，蚜蟲類，粉蝨類，潛蠅類，黃條葉蚤及蟎類等，害蟲種類雖多，但如設施之隔離完全，預防得法，蟲害發生應不致成爲問題，因此溫室害蟲之防治應有以下之認識：(1)溫室隔離設施至爲重要。(2)溫室栽培之作物對葯劑較敏感，易生葯害。(3)溫室作物因在隔離之下，害蟲種類不多，並且均屬高經濟集約栽培，發展生物防治，在成本比重上較田間栽培者爲輕。(4)葯劑僅能在不得已之狀況下使用，並且應嚴格遵守安全採收期。(5)在作物收穫之後，溫室宜作澈底之消毒殺蟲處理。

歐、美、日等國對溫室作物害蟲之防治經驗，値得本省借鏡，尤其對二點葉蟎，粉蝨，蚜蟲及其他害蟲之生物防治法，可供吾人之參考。

引　言

在設施內爲害園藝作物之害蟲，其實均爲田間出現之種類，但由於設施內環境之改變，有些僅限於南部出現之害蟲，也會在北部之設施內出現，設施在人爲之控制下，使作物之生育調整在最合適之條件內，但這些條件通常亦爲害蟲生育之最佳環境，在設施內生產作物成本通常較田間高得多，其蟲害損失也在10～25％之間，在設施內使用葯劑或其他防治措施均較易對作物產生傷害，因此在設施內需要更多的細心照顧及精密之防治措施。

溫室作物害虫防治之最佳方法是藉各種設施完全不讓害蟲侵入，在作物和土壤進入溫室之前須經嚴密檢查和消毒處理，並在前期作物收穫後，下期作物栽種前，溫室須經澈底之消毒殺蟲處理，即如果眞正做到以上之嚴密預防措施，蟲害問題可減至最低限度。因此以下僅就密閉之溫室作物害蟲種類及防治措施說明如下，供本省設施園藝發展參考。

---

* 台灣省農業試驗所研究員兼應用動物系系主任

Senior Entomologist and Chief, Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute, ROC.

一、溫室作物害蟲之種類

一般而言，溫室在人爲之控制之下，害蟲種類均較田間者爲少，並且以較小型之害蟲爲主要出現種類。

(一)鱗翅類(Lepidopterous insects)：

由於設備之阻攔，能進入溫室之鱗翅類害蟲僅限於較小型者，當然若不意由土壤及植物攜入之害蟲，則不限於小型之害蟲。通常溫室常見之鱗翅害蟲或可能成爲溫室之害蟲種類列述如下：

1. 茶姬捲葉蛾(Adoxophyes privatana Walker)：爲害作物包括柑桔，茶，甘藷，棉，茄子，菜豆，十字花科蔬菜等等。
2. 茶捲葉蛾(Homona magnanima Diakonoff)：爲害作物包括柑桔，榕樹，茶，李，梨，桃，柿，菊，紫薇等等。
3. 白紋夜蛾(Xestia c-nigrum Linne)：爲害葱，甘藍，花椰菜，白菜，豌豆，棉，蘿蔔等等。
4. 球菜夜蛾(Agrotis ypsilon Rottenberg)：爲害葱，甘藍，花椰菜，豌豆，茄子，棉，蕃茄，胡瓜，南瓜，冬瓜，大豆，韭菜，蒜，芋頭等等。
5. 玉米穗蟲(Heliothis armigera Hübner)：爲害玉米，棉，蕃茄，茄子，落花生，甘藷，豆類等等。
6. 甜菜夜蛾(Spodoptera exigua Hübner)：爲害十字花科蔬菜，豌豆，亞麻等等。
7. 斜紋夜盜(Spodoptera litura (Fabricius)：爲害作物種類極多，包括十字花科蔬菜，葱，芋頭，落花生，菠菜，棉，茶，甘藷，蕃茄，柑桔，葡萄，洋葱，草莓，梨，馬鈴薯，蒜，韭，菊，豆類，瓜類等等。
8. 青尺蠖蛾(Lycauges defamatoria Walker)：爲害十字花科蔬菜等。
9. 圓紋尺蠖蛾(Biston marginata Shiraki)：爲害草莓，茶，酢醬草等。
10. 柑桔小枝尺蠖(Hyposidra talaca Walker)：爲害柑桔，茶，甘藷，蘿蔔，白菜等。
11. 小菜蛾(Plutella xylostella Linne)：爲害十字花科蔬菜。
12. 擬尺蠖(Trichoplusia ni Hübner)：爲害瓜類，豆類，十字花科蔬菜，蕃茄，麻等。
13. 菜心螟(Hellula undalis Fabricius)：爲害十字花科蔬菜等。

(二)薊馬類(Thrips)：

薊馬體型微小，極易侵入溫室危害作物，本省常見有多種，另有世界分布之溫室薊馬及條紋溫室薊馬也可能侵入本省爲害溫室作物。

1. 葱薊馬(Thrips tabaci Lindeman)：爲本省普遍分布，爲害作物包括葱，洋葱，韭及蒜等。
2. 南黃薊馬(Thrips palmi Karny)：本省分布極廣，爲害瓜類，菜豆，百合，棉等。
3. 台灣花薊馬(Frankliniella formosae Moulton)：爲害薔薇，落花生，豆類，柑桔，甘藷，南瓜，絲瓜，紫薇等。
4. 花薊馬(Thrips hawaiiensis Morgan)：分布甚廣，爲害作物極多，包括玉米，

蔥，百合，水仙，蘿蔔，柑桔，菜豆，佛桑，木槿，山茶，甘藷，絲瓜，素馨，杜虹花，馬櫻丹等等。

5. 中國薊馬（*Haplothrips chinensis* Priesner）：爲害作物甚廣，包括蔥，水仙，桑，椰，蘿蔔，薔薇，草莓，桃，豆類，柑桔，甘藷，絲瓜，菊，素馨，水芹菜等。

6. 蘭花薊馬（*Helionothrips errans* Williams）：本省爲害桃樹，在英國爲害溫室作物。

7. 溫室薊馬（*Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche）：溫室之所有作物均可被害，最嚴重者爲玫瑰，康乃馨，瓜類，菊等作物。

8. 豆薊馬（*Megalurothrips distalis* Karny）：爲害豆類，甘藷，絲瓜，落花生等。

9. 唐菖蒲薊馬（*Taeniothrips simplex* (Morison)）：本省尚無記錄，但將來可能爲溫室唐菖蒲之大敵，不但危害葉和花瓣，並且爲害種球。

㈢介殼蟲類（Scale insects）：

介殼蟲體型甚小，而且幼蟲更爲微小而活潑，且可藉風力傳播，在溫室內作物上有記錄之介殼蟲種類達20－30種，分爲有殼介殼蟲、無殼介殼蟲及粉介殼蟲三群：

(A)有殼介殼蟲（armored scales）：

1. 加州赤圓介殼蟲（*Aonidiella aurantii* Maskell）：爲害柑桔、木瓜、檬果、蘆筍、梨、葡萄等。

2. 淡圓介殼蟲（*Aspidiotus destructor* Signoret）：爲害柑桔、茶、葡萄、木瓜、棕櫚、榕樹、可可椰子、玉蘭、檬果等。

3. 褐圓介殼蟲（*Chrysomphalus ficus* Ashmead）：爲害柑桔、可可椰子、棕櫚、榕樹、檬果、茶、薔薇、蘇鐵、銀桂等。

4. 桑介殼蟲（*Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni)）：爲害桑、梨、李、芙蓉、柿、葡萄、梅等。

5. 牡蠣介殼蟲（*Lepidosaphes becki* Newman）：爲害柑桔及變葉木等。

6. 黃點介殼蟲（*Parlatoria pergandei* Comstock）：爲害柑桔、榕樹、重瓣山茶、豐歲蘭等。

7. 羊齒介殼蟲（*Pinnaspis aspidistrae* Signoret）爲害柑桔、蘭類、榕樹、琉球鐵線蕨、羊齒類等。

8. 椰子白圓介殼蟲（*Hemiberlesia lataniae* Signoret）：爲害柑桔、檬果、桑、葡萄、茶、可可椰子、蘇鐵、豐歲蘭等。

9. 山茶圓介殼蟲（*Hemiberlesia rapax* Comstock）：爲害山茶花、柑桔等。

10. 棕櫚圓介殼蟲（*Aspidiotus cyanophylli* Signoret）：爲害茶、可可椰子、棕櫚、檬果、黃枝花、香蕉等。

(B)無殼介殼蟲（Soft scale）：

1. 白蠟介殼蟲（*Ceroplastes ceriferus* Fabricius）爲害柑桔、檬果、茶、榕樹、桑、仙丹花、桃金孃、李、野壯丹、梨等。

2. 佛州蠟介殼蟲（*Ceroplastes floridensis* Comstock）：爲害枇杷、柑桔、檬果、茶、毛柿、黃枝花，桃金孃、蕃石榴等。

3. 紅蜡介殼蟲（*Ceroplastes rubens* Maskell）：爲害根節蘭、樟、柑桔、檬果、茶、柿、梨、水筆仔、蒲桃等。

4. 長介殼蟲（*Coccus longulas* Douglas）：爲害柑桔、月桔、椰樹、榕樹、桑、變葉木、佛桑花、葡萄等。

5. 綠介殼蟲（*Coccus viridis* Green）：爲害柑桔、茶、番石榴、黃枝花、緬梔、仙丹花、蒲桃、黃皮等。

6. 龜甲扁介殼蟲（*Eucalymnatus tessellatus* Signoret）：爲害檬果、番石榴、可可椰子、金果椰子、台灣樹蘭、銀葉樹等。

7. 蟻介殼蟲（*Saissetia formicarii* Green）：爲害檬果、重瓣山茶、茶、番石榴、柿、黃枝花、椰子類、雀榕、華銀、黃玉蘭等。

8. 柑桔球介殼蟲（*Saissetia hemisphaerica* Targioni）：爲害柑桔、月桔、茶、榕樹、檬果、番石榴、通草、柿、黃枝花、南瓜、蘇鐵、雀榕、甜瓜、時計果等。

9. 黑扁介殼蟲（*Saissetia nigra* Nietner）：爲害金果椰子、檳榔、蓮蕉花、蘆筍、唐菖蒲、香蕉、水柳、榕樹、變葉木、雀榕、桑、梨、柑桔、茄苳、番石榴等。

10. 瘤介殼蟲（*Tarchardina theae* Green et Mann）：爲害柿、茶、榕樹、含笑花等。

(C)粉介殼蟲（Mealybugs）：

1. 大長尾粉介殼蟲（*Ferrisiana virgata* Cock）：爲害榕樹、柑桔、鐵莧類、茄苳、變葉木，一品紅，棉、番石榴、石榴、茶、甘藷、金露花、落花生、重瓣山茶等。

2. 柑桔粉介殼蟲（*Planococcus citri*(Risso)）：爲害柑桔、桑、梨、黃皮、月桔、變葉木、棉、芙蓉、茶、時計果、馬鈴薯、落花生、番石榴、仙丹花、絲瓜、波新菊及香蕉等。

3. 柑桔球粉介殼蟲（*Nipaecoccus filamentosus*(Cockerell)）：爲害柑桔、大豆、榕樹、大葉杜鵑花、葡萄、棉、茶、蓮霧、黃枝花、玉葉金花等。

4. 台灣粉介殼蟲（*Planococcus lilacinus* Cock。）：爲害柑桔、椰子、榕樹、變葉木、番石榴、蒲桃、蓮霧、杜鵑花、黃枝花等。

5. 長尾粉介殼蟲（*Pseudococcus longispinus* Tar–Toz）：爲害柑桔、鳳梨、檬果等。

6. 向日葵粉介殼蟲（*Pseudococcus adonidum* Linne）：爲害檳榔、榕樹、柑桔、番石榴、黃枝花、雀榕、向日葵等。

7. 粉介殼蟲（*Phenacoccus hirsutus* Green）：爲害棉、桑、佛桑花、黃槿、向日葵等。

(四)蚜蟲類（Aphididae）

蚜蟲種類甚多，在本省可能危害溫室作物之蚜蟲也不少，蚜蟲不但直接爲害作物生育，同時有些種類尚可傳播作物多種毒素病害，爲溫室主要害蟲，宜特別注意防治。

1. 豌豆蚜（*Acyrthosiphon pisi* Kaltenbach）：爲害豌豆和楊梅。

2. 大豆蚜（*Aphis glycines* Matsumura）：爲害大豆等。

3. 棉蚜（*Aphis gossypii* Glover）：爲害棉、柑桔、梨、番石榴、柳、佛桑花、芙蓉、木槿、野牡丹、甜椒、杜虹花、芋、西瓜、冬瓜、南瓜等瓜類。

4. 豆蚜（*Aphis laburni* Kaltenbach）：爲害豌豆、落花生、紫雲英、田菁、大豆、豆薯等。

5. 蘋果蚜（*Aphis pomi* De Geer）：爲害梨、蘋果、柑桔、黃麻、大紅心等。

6. 捲葉蚜（*Aphis spiraecola* Patch）：爲害柑桔和繡球花等。

7.蚜蟲（Brachycolus heraclei Takahashi）：爲害胡蘿蔔、野蜀葵、芹菜、胡荽、水芹等。

8.菜　蚜（Brevicoryne brassicae Linne）：爲害蘿蔔、甘藍、芥菜、結球白菜、花椰菜等十字花科植物。

9.台灣菊蚜（Capitophorus formosanus Taka.）：爲害菊花。

10.葱蚜（Fullawayella formosana Takahashi）：爲害百合、葱、蒜、韭、洋葱等。

11.菊蚜（Macrosiphoniella sanborni Gillette）：爲害菊花。

12.玫瑰蚜（Microsiphum rosae ibarae Matsumura）：爲害薔薇科植物。

13.草莓長鬚蚜（Macrosiphum rubiformosanum Takahashi）：爲害草莓。

14.桃蚜（Myzus persicae Sulzer）：爲害作物包括十字花科蔬菜、蕃茄、茄子、馬鈴薯、甘藷、甜椒、桃、李、梨、梅、櫻、番石榴、南瓜、菊等。

15.艾小蚜（Rhopalosiphum lahorensis Das）：爲害菊、艾等。

16.慈茹頸狀蚜（Rhopalosiphum nymphaeae L.）：爲害牡丹、李、桃、紫萍、慈茹、金銀蓮花及荸薺等。

17.僞菜蚜（Hyadaphis（Lipaphis）erysimi（Davis））：爲害十字花科蔬菜、胡蘿蔔、茼蒿、薺等及旱芹菜。

18.小桔蚜（Toxoptera aurantii Boyer）：爲害柑桔、茶、柳、月桔、黃枝花、愛玉子、紅皮、崖石榴等。

19.烏桕蚜（Toxoptera odinae Van der Goot）：爲害柑桔、烏桕、茄苳、檬果、樟、雀榕等。

(五)粉蝨類（Aleyrodidae）：

粉蝨常爲溫室之主要害蟲，不但可直接爲害各種作物，並且可傳播作物毒素病害，故爲溫室作物必須要嚴密注意防治之害蟲，現將溫室主要粉蝨及可能出現於本省溫室之粉蝨列舉如下:

1.溫室粉蝨（Trialeurodes vaporariorum (Westwood)）：本種爲世界性溫室大害蟲，但幸運地本省並無分布，然將來本省大面積推廣設施園藝作物時，極有可能成爲主要之敵害，其危害作物有瓜類、蕃茄、茄子、萵苣、木槿類、天竺葵等多種作物。

2.柑桔刺粉蝨（Aleurocanthus spiniferus Quaintance）：爲害柑桔、薔薇、柳、梨、葡萄、柿等。

3.菲律賓粉蝨（Aleurolobus philippinensis Quaintance et Baker）：爲害柳、樹杞及黃枝花等。

4.脂粉蝨（Aleuroplatus pectiniferus Quaintance）：爲害柳、無花果、桑、茄苳、蒲桃、梵天花、白肉榕等。

5.楊梅圓粉蝨（Aleurotrachelus caerulescens Singh.）：爲害柳、楊梅、朴樹、茄苳、黃枝花、魯花樹、紫薇等。

6.楊梅粉蝨（Bemisia myricae Kuwana）：爲害桃、番石榴、桑、梅、柿、梨等。

7.棉粉蝨（Bemisia tabaci Gennadius）：爲害苧麻、大豆、扶桑花、棉、太陽麻、豇豆等。

8.柑桔粉蝨（Dialeurodes citri Ashmead）：爲害柑桔、柿、茄苳、黃枝花、梨、樹杞、猿尾藤等。

9. 扶桑粉蝨（Dialeurodes hibisci Kotinsky）：爲害扶桑花、柳、樟、茉莉花等。
10. 台灣粉蝨（Dialeurodes setigerus Takahashi）：爲害桑、草莓等。
11. 台灣桑粉蝨（Trialeurodes mori Takahashi）：爲害桑、柳、無花果等。

㈥潛蠅類（Leaf miner flies）及癭蠅類（Gall midge）：

爲溫室常見之害蟲，潛蠅多爲害豆類，十字花科蔬菜及青葱，而癭蠅多爲害菊花和玫瑰，現將可能出現於溫室之潛蠅和癭蠅類列擧如下：

1. 豆潛蠅（Agromyza (Melanogromyza) phaseoli Coquillett）：爲害豌豆、菜豆、大豆等豆科植物。
2. 大豆蛀心蠅（Melanogromyza sojae Zehntner）：爲害大豆。
3. 菜潛蠅（Phytomyza atricornis Meigon）：爲害十字花科蔬菜、葱、馬鈴薯、菊、草莓、茼蒿、麝香豌豆、大豆、菜豆、胡蘿蔔、牛蒡、芥菜等。
4. 葱潛葉蠅（Liriomyza cepae Hering）：爲害洋葱及青葱。
5. 菊癭蠅（Diarthronmyia chrysanthemi Ahlberg）：爲害菊花各品種，僅分布於歐洲和北美洲，本省尙無記錄。
6. 玫瑰癭蠅（Dasyneura rhodophaga (Coquillett)）：爲害玫瑰各品種，本省尙無記錄。

㈦鞘翅類（Coleopterous insects）：

僅發現小型之黃條葉蚤（Phyllotreta striolata Fab.）出現於溫室爲害十字花科蔬菜，卵產於土中，幼蟲食害蔬菜之根部，化蛹於土中，成蟲至葉上爲害，剝食菜葉成密集斑點，並不穿孔，被害菜葉組織老化，不適食用，苗期被害，每致枯死。

㈧蟎類（Acarina）：

溫室常見之蟎類分爲葉蟎（Tetranychids）、細蟎（Tarsonemids）及球莖蟎（Acarids）三群，爲溫室最重要之害蟲類，尤其葉蟎至爲重要，需特別注意予以防治。

(A)葉蟎（Tetranychidae）：

本省常出現於溫室內或可能出現於溫室內之葉蟎有下列五種：

1. 二點葉蟎（Tetranychus urticae Koch.）：爲世界性分布，不論田間及溫室均普遍發生，寄主植物極廣，凡草莓、豆類、瓜類、果樹、花卉均常被害。
2. 神澤葉蟎（Tetranychus kanzawai Kishida）：爲害本省最普遍發生之葉蟎，爲害果樹、瓜類、豆類、花卉、草莓等。
3. 皮爾斯葉蟎（Tetranychus piercei McGregor）：爲害本省香蕉、豆類、瓜類及果樹等。
4. 僞二點葉蟎（Tetranychus truncatus Ehara）：爲害豆科植物及瓜類。
5. 柑桔葉蟎（Panonychus citri McGregor）：爲害柑桔類、梨樹、木瓜、銀桂、玫瑰、羊蹄甲等作物。

(B)細蟎（Tarsonemidae）：

本省可能有兩種細蟎可出現於溫室危害作物。

1. 茶細蟎（Polyphagotarsonemus latus (Banks)）：爲害作物包括茶、棉、馬鈴薯、柑桔、大理、番茄及豆科植物等。
2. 草莓細蟎（Steneotarsonemus pallidus (Banks)）：爲害草莓最烈，但其他

作物如菊、晚櫻科植物等亦可被害。

(C)球莖蟎（Tyroglyphidae）：

此類害蟎均爲害作物之球莖，並引起眞菌病害，使種球腐爛，失去發芽能力，或使植株發育不良，其可能出現於溫室之球莖蟎有下列二種：

1.球莖蟎（Rhizoglyphus echinopus (Fumouze & Robin)）：爲世界性分布，爲害水仙、紫丁香、風信子、唐菖蒲、番紅花、宮人草及百合花等。

2.羅賓球莖蟎（Rhizoglyphus robini Claparéde）：爲害韭菜、青葱、洋葱、蒜頭、唐菖蒲、百合等作物之種球。

二、溫室作物害蟲之藥劑防治

(一)藥劑防治之原則

由於溫室作物對一般農葯之反應較田間者敏感甚多，故極易產生葯害問題，故在溫室內作物栽培期間，盡可能不要施用葯劑，如必須使用，宜愼選對各種作物無葯害之葯劑，如無法選得此類無葯害之葯劑，則宜選用葯害較輕微之葯劑，或提高稀釋倍數卽降低施用濃度亦是變通之辦法，而用葯後應該嚴格遵守安全採收期之規定，以杜絕農葯殘毒問題。

在溫室作物收穫後，應進行澈底之葯劑處理，使溫室內殘存之害蟲完全消滅，此期所使用之葯劑不必考慮對作物之葯害問題，人畜之殘毒問題及天敵之毒害問題，因此燻煙及高溫處理均可達到此一目標。

(二)藥劑防治方法

溫室作物害蟲之防治葯劑之劑型計有葉面噴施劑（Foliar sprays）、氣懸體（Aerosols）、氣態劑（Vapors）、燻煙（Smoke generators）、霧劑（Fogs）及粒劑（Granules）六類，由於本省缺乏溫室作物害蟲防治葯劑之資料，現僅參考美國華盛頓、奧立岡和愛達荷三州之溫室用葯防治作物害蟲情形例擧如下：

1. 鱗翅類及薊馬類害蟲防治葯劑中，葉面噴施劑有Orthene、氣懸體有Vapona、氣態劑有Vapona及Dibrom等。
2. 潛葉蠅防治葯劑，有葉面噴施劑Dylox；氣懸體Vapona和SBP-1382；氣態劑有Vapona和Nicotine；燻煙劑Nicotine；霧劑Diazinon和Dibrom；粉劑有Temik等。
3. 蚜蟲類防治葯劑，有葉面噴施劑Systox，Thiodan，Metasystox-R，Pirimor和Orthene；氣懸體Vapona和Sulfotepp；氣態劑Dibrom和Nicotine，燻煙劑Nicotine和Sulfotepp；霧劑Diazinon，Vapona，Dibrom和Sulfotepp；粉劑Temik，Systox和Metasystox-R。
4. 粉蝨防治葯劑，有葉面噴施劑Thiodan，SBP-1382和Orthene；氣懸體Vapona和Sulfotepp；氣態劑Vapona和Dibrom；燻煙劑Sulfotepp；霧劑Vapona，Dibrom和Sulfotepp；粒劑Temik。
5. 介殼蟲類防治葯劑，有葉面噴施劑Systox和Orthene；氣懸體Vapona和Dibrom；燻煙劑Sulfotepp；霧劑Diazinon，Vapona，Dibrom和Sulfotepp；粒劑Systox。
6. 葉蟎防治葯劑，有葉面噴施劑Systox，Metasystox-R，Pentac，Plictran，Tedion和Vendex；氣懸體Vapona和Sulfotepp；氣態劑Dibrom；燻煙劑Sulfotepp和Tedion；霧劑Vapona，Kelthane，Dibrom，Pentac和Sulfotepp。

三、溫室作物害蟲之生物防治

(一)生物防治之理由

1. 溫室在隔離設施及人為控制之下，害蟲發生之種類較田間減少許多，因此生物防治之對象較單純，增加生物防治成功的機會。
2. 在溫室內釋放天敵，使其局限在一定區域內活動，較少受氣象條件之影響，人為控制較為容易。
3. 溫室之作物，均為集約高價，勞力密集之栽培方式，如利用天敵作生物防治，所增加之成本在比例上較田間者為輕，農民接受之意願將大為提高。
4. 施用化學藥劑對作物極易產生藥害，對害蟲則易產生抗藥性，並且施用藥劑必須嚴格規定安全採收期，因此常會影響（延後）作物之收穫期。

(二)溫室作物害蟲生物防治成功實例

1. 溫室粉蝨（*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)）之生物防治：

   自從1926年起許多國家便利用寄生蜂（*Encarsia formosa* Gahan）防治溫室粉蝨，並且甚為成功，荷蘭則於1972年大量利用此蜂對番茄上的溫室粉蝨防治效果極優，但對胡瓜上之溫室粉蝨之防治效果則較遜色，經研究發現是由於胡瓜葉表之長毛阻礙了寄生蜂尋找寄生的能力，後來育成葉表無毛之胡瓜品種，即提高了寄生效果，現在歐、美、日諸國溫室粉蝨均利用此寄生蜂防治，效果均優。

2. 棉蚜（*Aphis gossypii* Glover）之生物防治：

   歐洲以一種小蜂（*Aphelinus flavipes*）防治溫室胡瓜上棉蚜，相當成功，目前已經廣被利用。

3. 葱薊馬（*Thrips tabaci* Lind.）之生物防治：

   在溫室內釋放一種捕植蟎（*Amblyseius mckenzieri* Schuster & Pritchard），對葱薊馬具有很好的防治效果，特別在瓜和甜椒上更具優秀之成效。

4. 二點葉蟎（*Tetranychus urticae* Koch）之生物防治：

   自從1958年德國學者Dosse將智利捕植蟎（*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot）種源自智利携至德國，經研究發現此捕植蟎具極高之繁殖能力及在溫室內防治二點葉蟎之潛力，因而逐漸廣被利用，至80年代因着智利捕植蟎在溫室胡瓜上對二點葉蟎之防治成功，使荷蘭超過60％之胡瓜溫室面積採用此天敵防治，英國則更達75％，芬蘭、瑞典及丹麥則在70～75％之間，英屬可倫比亞和蘇聯也採用此天敵防治二點葉蟎，在1977年蘇聯竟有1,300公頃之溫室採用此天敵防治。智利捕植蟎亦能在溫室其他作物如甜椒、番茄、茄子、草莓上防治二點葉蟎及草莓細蟎，而在菊花及玫瑰亦可藉此天敵防治二點葉蟎，另一種捕植蟎（*Phytoseiulus macropilis* Banks）則常出現於美國佛羅里達州，加利佛尼亞州及熱帶地區如夏威夷、巴西、中美洲及牙買加，出現於溫室捕食觀賞作物上之葉蟎，而西方捕植蟎（*Typhlodromus occidentalis* Nesbitt），亦可利用在溫室玫瑰上防治二點葉蟎，並具抗藥性，可配合殺蟲劑使用。

(三)溫室作物病蟲害綜合防治成功實例

荷蘭更在溫室中利用對天敵無害之選擇性殺菌劑防治作物的白粉病，利用智利捕植蟎防治二點葉蟎，利用黃小蜂防治溫室粉蝨，另一種小蜂防治棉蚜，更利用其他天敵防治番茄潛蠅及

蔥薊馬獲得理想之成效，因而顯著增產，經分析增產之原因主要有二：(1)對二點葉蟎之有效防治及(2)減少因用葯而產生之葯害。

結論與建議

(一)台灣地區亞熱帶及熱帶，如要發展設施園藝作物之栽培，蟲害問題將較溫寒帶地區者更為嚴重而複雜，因此設施之設計，應將蟲害之預防列為優先考慮。

(二)溫室作物蟲害首重預防，為防止殘毒及葯害問題，在作物生育期盡可能不施用葯劑，待作物收穫後，溫室宜作澈底之消毒殺蟲處理，然後才能栽種下期作物。

(三)溫室作物在生育期間，若遭害蟲為害，以採用生物防治為宜，如危害甚烈，必須使用殺蟲劑時，宜慎選對作物無葯害之葯劑施用，或將葯劑濃度降低使用，但使用葯劑後，應嚴格遵守安全採收期之規定。

(四)在發展設施園藝之同時，宜同時進行設施園藝作物害蟲之生物防治之研究，以配合將來之發展，否則將有亡羊補牢之憾。

參考文獻

1. 森樊須　1985.　捕食、寄生性天敵による害蟲の生物的防除　　農業進步年報　第 32 號 87 — 95 頁.
2. Extension Services of Oregon State University, Washington State University, and the University of Idaho. 1982. Pacific Northwest Insect Control Handbook. p. 218–220.
3. Lenteren van J. C. et al. 1980. Integrated control of vegetable pests in greenhouses. In: Integrated control of pests in the Netherlands (P. Gruys & A. K. Minks, ed) Pudoc Wageningen, 300 p.
4. McMurtry, J. A. 1982. The use of phytoseiids for biological control: Progress and future prospects. Rec. Adv. in knowledge of the Phytoseiidae. Div. Agric. Sciences, Univ. of Calif. p. 23–48.
5. Metcalf, C. L., W. P. Plint & R. L. Metcalf. 1962. Destructive and useful insects, their habits and control. Agric. Exp. Sta., Univ. Calif., Riverside p. 855–887.
6. XVI International Congress of Entomology, Abstracts 1980. p. 351–366.

照片說明：

1. 捲葉蛾之幼蟲及其為害狀。
2. 斜紋夜盜及其為害狀。
3. 大豆蚜蟲為害狀。
4. 棉蚜為害胡瓜之葉。
5. 潛蠅之成蟲。
6. 二點葉蟎成蟲及其卵粒。
7. 寄生蜂正在產卵寄生粉蝨之若蟲。
8. 捕植蟎正在捕食葉蟎情形。

照片 1

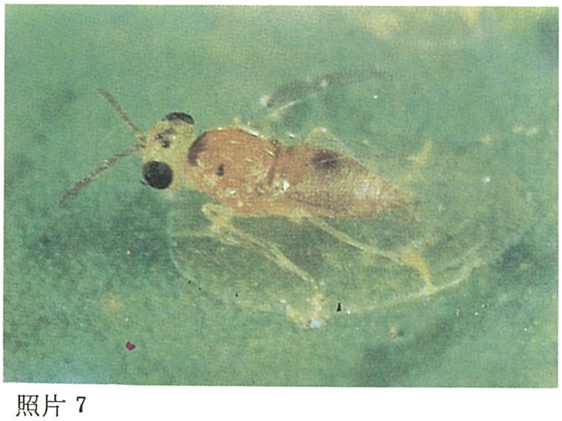
照片 2

照片 3

照片 4

照片 5

照片 6



照片 7

照片 8

SUMMARY

Taiwan is located between subtropical and tropical area, so a lot of insect and mite pests occur to attack different crops. The insects and mites that attack greenhouse crops are the same as those that attack related crops in the field. The most important pests on the crops in greenhouses are leafrollers, thrips, scale insects, aphids, whitefly, leafminers, leaf flea beetles and mites. The best way to prevent damage by insects to greenhouse crops is to keep the insects out of the houses. This may be done by careful inspection of all plants brought into the houses and by thoroughly cleaning up the houses by heat or heavy fumigations in the intervals between crops. Crops grown under glass are more easily injured by heavy applications of insecticides, or other insect-control measures that affect the plants than the same crops grown in the open and also can induce the residue problem. For these reasons much greater care must be exercised in the control methods employed. Integration of the parasites and predators with chemical applications against several other pests and diseases is a decisive factor for success. The experiences of crop pest control techniques in greenhouses that obtained from Europe and Japan especial the techniques of biological control of two-spotted spider mite, greenhouse whitefly, aphids and other pests can be recommended.

討　論

鄭正勇（台灣大學園藝系）問：

生物防治的溫度上限？如何解決高溫下天敵死亡的問題？

羅幹成答：

天敵的高溫育種是一個可行之途徑。

孫明賢（亞洲蔬菜研究發展中心）問：

歐洲用以防治溫室粉蝨的黃小蜂（Encarsia formosa）是否台灣土產？

羅幹成答：

此種黃小蜂是台灣引過去的，事實上我在台灣也有發現其他的粉蝨，也有寄生蜂，不過是不是這種就不曉得，因為我不是這方面的專家。顯然這種天敵是在東南亞分佈的，若就地取材是可以的，可以把田間的天敵稍加繁殖而移入溫室，不須到國外去引種。

蔡平里（國立台灣大學）問：

傳統的生物防除一利用天敵之外，多研究昆蟲行為和作物生態間之關係，開發另種生物防除法。

羅幹成答：

捕植蟎類的食性包含其他蟎類，如銹蟎，另外也取食花粉和一些昆蟲分泌的蜜水，若眞無食物時，此種捕植蟎即會死掉，絕對不會為害作物。另外，在溫室內若無葉蟎可食，在歐洲方面有放入害蟲的做法，使溫室內維持一個生態上的平衡。

設施園藝發展方向之探討

林美霞＊・李金龍＊＊

Search for Guidance of Environment-Controlled Horticulture

*May S. Lin Luk and **Ching-Lung Lee

摘　　要

園藝作物包括果樹、蔬菜、花卉等，在各類農作物生產中扮演相當重要之角色，尤其近年來隨著經濟繁榮與國民生活水準之提高，水果、蔬菜、花卉之消費量亦有明顯之增加，台灣光復當年（民國三十四年）園藝作物生產面積僅 53,539 公頃，佔該年作物生產總面積之 6.4%，其產值則為農業生產總值之 9.9%。至民國七十四年園藝作物生產面積擴充至 386,548 公頃，佔當年作物生產總面積之 30.1%，產值高達新台幣 590 億元，佔農產品生產總值之 46.6%，園產品之高產值及在整體農業經營上所佔之重要由此可見。

傳統上，園藝作物被稱為「集約栽培」之作物，其種類繁多，栽培較農藝作物困難，且產品不易保存，因此生產者需有密集之資本、技術與勞力投資，始能竟全功。而台灣地區園藝科技進步頗快，農友接受新知意願亦強，兼以耕地面積有限，極適宜發展技術密集之園藝產業。惟台灣地區夏季高溫多濕，颱風豪雨頻傳，冬季則有不時性寒流來襲，春季梅雨連綿，因環境氣候影響，使園產品生產不穩定，產量及品質較難控制，致常使農民因天災而收穫全無；或品質不良，喪失商品價值；產期過於集中，價格低落。因此採用各項設施來改善園藝作物之生產環境。以達到增加產量，提高品質及調節產期之效果，為今後園藝生產必然趨勢。民國七十五年一月召開之全國第三次科技會議農業組決議將發展設施園藝列為改善農業生產結構與加強農業科技研究重要措施之一。行政院農業委員會並已將「設施園藝研究發展」列為國家級計畫，並已積極全力推動中。

由於台灣地區之設施園藝栽培正處於起步階段，無論生產技術之改進，生產制度之建立或設施資材之開發均有待加強。且設施園藝較傳統之露地栽培需投入更多資金，供設備之添置與維護。故所選擇之作物必須具有較高之經濟價值者，始具有經濟生產之價值。因此對於設施適用性之探討（設施種類及作物種類），設施資材之開發與利用，以及生產技術之研究發展與轉移等均需及早從事整體規畫，方能使此項新興之產業獲得合理之發展。

＊行政院農業委員會

*Assistant Horticulturist, Horticulture Division, Council of Agriculture.

**Senior Horticulturist and Chief, Horticulture Division, Council of Agriculture.

一、前　言

關於園產品包括水果、蔬菜、花卉等之消費量，依據行政院農業委員會編製之糧食平衡表（Food Balance Sheet）資料（見表三），台灣地區居民每人每年消費蔬菜量，在民國五十年約五九公斤，民國七十四年已接近一三〇公斤。水果每年消費量，民國五十年約二〇公斤，至七十五年增加爲八二公斤。此外花卉、觀賞植物，近年來也發展迅速，不僅供節慶婚喪之用，其他如國慶花車遊行、假日花市、花展、挿花表演與花藝示範、環境美化與綠化宣傳等，均使花卉消費逐漸成長，隨著經濟繁榮與民衆生活水準之提高，各項園藝作物與國民日常生活之關係已日趨密切，需求量亦顯著增加。在自然氣候環境下，園藝作物有一定之生育週期，常導致盛產期集中，造成市場飽和，價格下跌；反之，淡季則供應不足，價格高昂。此外，國民生活水準提高，對於園產品品質之要求亦隨之提高。因此，採用設施改善園藝作物之生產環境，以達到增加產量，提高品質及調節產期之集約栽培方式逐漸受到重視，並發展成新興之專業栽培技術，稱之爲「設施園藝」。

表一　台灣地區園藝作物生產面積及產值

Table 1. Planted area and value of horticultural crops in Taiwan

年份	園藝作物生產面積（公頃）					園產品產值	
	蔬菜	果樹	花卉	合計	佔農作物%	新台幣百萬元	佔農作物%
民國34年	35,319	18,220	—	53,539	6.4	82	11.5
50年	90,555	39,837	—	130,392	8.0	1,724	9.4
60年	147,884	117,607	—	265,491	16.4	8,759	29.2
70年	224,383	138,846	1,672	364,901	26.1	41,578	37.7
74年	226,443	157,109	2,996	386,548	30.1	59,081	46.6

備註：74年農畜產值各類比重：普通作物 26.00%
特用作物 7.80%
園藝作物 29.48%
畜產物 36.72%

資料來源：75年版台灣農業年報

二、設施園藝之定義與特性

所謂設施園藝乃是利用設備改良生產環境（包括光照、溫度、水分、二氧化碳、氧氣、及土壤等），提供園藝作物最適宜之生長條件，以達經濟生產之目的。它起源於廿世紀初期之歐洲宮庭，以簡易溫室加以照明、加溫、或保溫等設施使能於嚴寒之冬季生產新鮮之水果、蔬菜與花卉。隨著植物學、植物生理學等研究之進展，人們對於影響作物生長之因子瞭解更爲深入，遂以人工控制及調節作物生長環境以發揮作物最高生產力。因此設施園藝在經營上有下列特點：

1. 人爲控制作物的生育條件，促成或抑制作物生長，以達到產期調節或週年栽培之目的。
2. 與露地栽培比較，設施栽培作物之單位面積產量高且穩定，品質亦較佳。因此，單位面積的產量與產值均可提高。
3. 由於土地的高度利用與自然條件的人爲控制，需要較大之資本，較精密之技術與較密集之勞動力。因此，設施園藝乃是資本、技術與勞力密集的產業，所選擇之作物必須具有較高之經濟價值。

表二　台灣地區二十年來農作物產值變遷比較表
Table 2. Change of agricultural crops value between 1965 and 1985

項目＼年份	民國五十四年		民國七十四年	
	產值（百萬元）	所佔百分比（％）	產值（百萬元）	所佔百分比（％）
1. 農藝作物	16,127	63.5	52,090	41.1
（稻　米）	(12,470)	(49.1)	(41,306)	(32.6)
2. 園藝作物	5,206	20.5	59,082	46.6
3. 特用作物（含蠶絲）	4,074	16.0	15,638	12.3
合　計	25,407	100.0	126,180	100.0

資料來源：75 年版台灣農業年版

表三　台灣地區居民植物性食物消費之變遷
Table 3. Change of edible plant consumption in Taiwan　每人每年消費量（公斤）

年份	穀類	其他澱粉類	水果	蔬菜	備註
民國29～33年	109.7	93.7	26.6	44.6	
50年	165.0	58.1	19.9	57.2	
60年	164.6	21.4	45.0	91.3	
70年	131.7	7.0	80.5	115.6	
74年	116.2	5.4	82.0	127.1	

資料來源：台灣糧食平衡表

三、設施園藝先進國家生產情形

㈠荷蘭設施園藝現況

荷蘭是設施園藝最發達之國家，在農業上爲配合溫室栽培，育成專門供溫室栽培用之各式品種及栽種制度。工業上支援溫室結構之改善及各式農業機械之發展，使其設施均爲大型溫室並採機械化操作。另由政府辦理低利貸款供農民改善溫室保溫系統及各項機械設備。再加上近年來，電腦軟體設計之改進，使管理操作漸趨自動化。農學與工學等各項條件之密切配合，使荷蘭之溫室栽培技術獨步全球，目前玻璃溫室栽培面積約九千公頃。

㈡日本設施園藝現況

日本設施園藝起步較荷蘭晚，自一九五五年各項栽培技術由試驗單位研究開發成功後，始推廣應用。一九六〇年政府制定「農業現代化法律」後，給予設施園藝栽培業者鉅額補助及優惠低利貸款，又正逢高度經濟發展期，因此，設施園藝迅速發展。至今雖僅有三十年之時間，但各項栽培技術進步且實用。諸如：各類果樹、蔬菜之溫室栽培，蔬菜，花卉之網室栽培，電照栽培，以及蔬菜之水耕、礫耕栽培等均已達實用階段，農民已廣泛採用。

由於玻璃溫室造價昂貴，日本設施園藝仍以塑膠溫室爲主，其玻璃溫室目前面積約一、七〇〇公頃而塑膠溫室高達三六、〇〇〇公頃。

四、國內設施園藝產業現況

目前花卉、蔬菜、種子、種苗均已有農民或業者實際應用設施生產，果樹則尚由有關試驗單積極研究中，茲分述如下：

㈠蔬菜生產：

1. 菇類栽培：包括洋菇、香菇、金針菇、草菇等，其中以洋菇爲最具代表性之產業，目前已完全採用規格化之PE塑膠菇舍，栽培面積約420餘公頃。
2. 葉菜類：包括白菜、油菜、菠菜、莧菜、空心菜等，約略可分爲北、中、南三個重要生產區，分別由桃園、台中及台南農改場輔導生產。
3. 果菜類：大部分工作尚屬試驗及示範階段，例如：台南市已示範隧道式塑膠布保溫生產早春洋香瓜，另農委會已補助有關試驗單位興建玻璃溫室、網室，內部配備滴灌，水耕、礫耕，太陽能加溫設施，以及其他溫度調節設備等，進行洋香瓜、番茄、小黃瓜等栽培試驗。
4. 莖菜類：冬季綠蘆筍栽培，由台南區農改場於七十五年度首先試驗成功，採用隧道式塑膠布覆蓋，於12月至2月間採收綠蘆筍嫩莖，七十六年度已在屏東縣九如鄉輔導農民進行小面積生產，並契作外銷日本。

㈡花卉生產：

1. 蘭花類：爲目前各項生產設施最爲進步之作物種類，其中蝴蝶蘭需較週密之保護，因此花農大都採用進步之玻璃溫室，另加溫度、濕度、光照等調節設備。嘉德麗亞蘭、石斛蘭、萬代蘭等生長勢較爲強健，無須十分週密之保護設施，因此花農採用較簡易之塑膠或竹材蔭棚，以收遮光與防雨之效。
2. 切花類：目前切花使用設施栽培主要爲菊花、康乃馨、滿天星等較高價之花卉，設施之種類以簡易之塑膠棚或蔭棚等爲，主以達到保溫、防雨、遮蔭等效果。
3. 盆花類、觀葉植物及盆景：盆花主要包括仙克萊、非洲菫、大岩桐、瓜葉菊等與其也觀葉植物

，盆景類相同採用塑膠棚、蔭棚等設施栽培。

(三)種子種苗生產：

部份重要之園藝作物之種子生產及健康種苗生產必須控制環境，達到防雨、保溫或隔離等效果，常在玻璃溫網室，或簡易設施內生產，目前生產之項目包括蘆筍種子、香蕉健康苗、柑桔健康苗、馬鈴薯健康種薯等。

(四)果樹試驗及示範觀察：

利用溫室、網室、水耕、礫耕等設施，目前台中農改場及鳳山熱帶園藝試驗分所等試驗機構，正進行蓮霧、芒果、荔枝、葡萄、梨、桃等栽培管理、營養生理及花芽分化等研究。另亦採用塑膠溫室、簡易網室及防風網等設施，進行枇杷、蓮霧、木瓜、鳳梨、葡萄等栽培觀察，期能調節產期、改善品質。

五、未來產業發展方向

台灣地區設施園藝產業正處於起步階段，無論生產技術之改進，生產制度之建立或設施質材之開發均有待加強，且設施園藝較傳統之露地栽培需投入更多資金，供設備之添置與維護。故必須選擇高價值之作物，始具有經濟效益。因此對於設施適用性之擇付（設施種類及作物種類），設施質材之開發與利用，以及生產技術之研究發展與轉移等，均須及早從事整體規畫，方能使此項新興之產業獲得合理之發展。茲歸納爲以下數點：

(一)確立設施發展種類：

未來設施園藝發展方向大略可分爲精密集約方式與經濟實用方式兩種，諸如荷蘭、日本等精密之設施，作物在完全人爲控制之條件下生長可以達到高產量、高品質與調節疏散產期之效果。惟各項精密設施之造價昂貴，且使用維護不易、投資成本高、私人企業財團或許有能力投資，一般農民恐無力負擔如此鉅額之成本支出。簡易之設施種類造價成本低廉，修繕維護容易，較適宜農民之負擔，符合經濟實用原則，惟對作物生長條件之控制無法如精密設施一般精確，故作物之產量、品質將較精密設施略遜一籌，兩者互有利弊，未來本省適合發展之設施種類，究竟應朝向精密集約、高成本、高效率、高品質之方向，或針對大多數農民之普遍需要，走簡易、低成本之經濟實用路線，目前宜先訂定明確之目標，俾供試驗研究人員從事技術研究開發時有所依循。

(二)決定作物優先順序：

果樹、蔬菜、花卉、種苗生產等均涵蓋於園藝作物之範圍內，果樹除少數草本作物外，其餘植株均頗高大，採用設施栽培較爲困難，因此未來果樹作物發展設施栽培之可行性較低。蔬菜、花卉植株較爲矮小，適合在設施保護下生產，其中蔬菜之價值較低，除部分對環境敏感之珍貴蔬菜種類，無法於露地種植，可嘗試使用設施栽培外，其餘露地可種植之蔬菜種類，已無須在高成本之設施下生產。花卉或其他觀葉作物則需要較精良進步之栽培技術，產品價值亦高，爲發展設施栽培之適當作物。種子種苗爲一切作物栽培之根本，優良之種子種苗可爲日後作物之生長發育奠定良好之基礎，亦可使日常田間栽培管理工作收事半功倍之效，對將來作物之產量品質、收益亦有決定性之影響，此類重要性極高之上游產業，既需要高度集約之生產技術，又可充分利用有限之栽培空間，生產高價之產品，最適合發展設施栽培。綜上所述，未來適合發展設施栽培之作物，似應以種子種苗爲第一優先，花卉其次，蔬菜、果樹則應採行選擇性之發展。

(三)積極開發設施資材：

設施園藝產業在發展初期，由於國內尚未有相關資材工業配合，故引進先進國家之整套設備資材在所難免，惟將來本項產業如要在國內生根茁壯，則必須由國內自行開發生產各項規格化、制度之資材，方可降低生產成本。此外各項裝備器材之維護及補充，如有國內相關資材工業隨時提供，亦可避免遠從國外進口之緩不濟急情形，對掌握時效，加速產業發展極有幫助。目前自國外引進之各項設施資材係針對該國之環境條件而設計，適用於當地國家問題，然引進本省使用則可能無法完全適應國內之環境，更有必要加以調整修正，使之本土化，適用於國內，因此設施資材由國內自行研製開發，確有其必要性。今後由私人企業投資開發，或由政府所屬試驗研究機構研製均可，研究開發成功後，在合理適當之條件下，將技術轉移給有關廠商大量生產，平價供應農民。

(四)研究改善栽培技術：

與設施資材相同，國外開發成功之設施栽培技術，未必能適應國內風土環境，因此在產業發展初期固然可先引進參考，惟新引進之技術應隨即參酌國內實際情形，進行修正調整，使其完全適用於國內，例如荷蘭、日本等地區冬季嚴寒，溫室內各項加溫之設備與技術，引進亞熱帶之本省後，派上用場之機會極微，而本省盛夏之高溫將使作物在設施建築內生長受到影響，因此國內之設施園藝栽培者應夏季降溫技術將較冬季加溫更為重要，如何針對國外已開發成功之設施栽培技術，加強研究收善，使之能在國內實際應用，亦為將來試驗研究之重要工作之一。

(五)合理推動技術轉移：

各項設施栽培技術之開發，不論係由私人企業所投資或由政府經費支援所在試驗機構之開發，其最終目的均在進行推廣大面積採行。因此，未來技術轉移之對象以及轉移之條件等，均應事先訂定原則，以便逐步推動。技術轉移之對象可能為少數之私人大企業，亦可能為大多數之農民。若以提高農民收益，促進農村經濟繁榮著眼點，技術轉移之對象應為大多數農民。惟一般農民之經濟能力較有限，投資精密高成本之生產設施或有困難，因此何不考慮將有關技術有條件地轉移私人企業，或許未來發展方向可分為兩種途經並進，私人企業專營精密集約走高成本投資，高價位產品之路線，農民則另循簡易實用性之方向，減輕成本投資，產品或普遍性向大衆化。私人企業研究開發成功之技術，轉移時可考慮收取適當之費用，以彌補研究開發過程中之經費支出。政府各項研究工作均由政府預算支應，故試驗成果進行技術轉移時應採用無償方式辦理方屬合理，以減輕農民負擔，提高農民學習新技術之興趣，加速產業發展之腳步。

(六)促進成果技術之交流：

研究成果之相互交換觀摩，以及技術經驗之交流，對提昇國內產業水準極有幫助，今後除應繼續學習先進國家之技術與吸收其產業發展過程中之經驗外，對於技術水準較我國落後之地區，要求我國技術支援外，是否毫無保留地提供協助，或適當保留其部分關鍵，以避免該地區亦發展相同之產業造成市場競爭，徒增困擾。上述技術交流應否保留，以及保留之程度等問題，如政府有關決策單位能有明確之原則決定，將來國內產業蓬勃發展後，技術人員赴國外支助指導時將有所依據。

六、結　語

近年來，政府為推動各項農業建設，增進農民收益，除積極調整農業生產結構，改進產銷制度，並不斷改進農業設施，加強環境污染防治，擴大農業公共投資外，另為促進農業生產力之提高

，還致力研究發展農業新科技，以全面推動農業昇級。在研究發展農業新科技方面，七十六年度已將推動農業科技重點研究發展方向整合規劃，擬訂十項國家級試驗研究計劃。「設施園藝技術之研究開發」即為其中之一。台灣地區之土地面積有限，適合發展集約栽培，產品價值高之設施園藝產業，以提高土地生產力，有限增加農民收益。目前設施園藝產業雖尙在起步階段，惟未來在農業研究人員積極開發創新及農民勤奮努力之下，設施園藝產業必將更為蓬勃。

SUMMARY

Among crop productions, horticultural crops (fruit, vegetable and flower) play an important role. In recent years, the consumption of fruit, vegetable and flower increased sharply due to the economic development and promotion of per capita income. In 1945, there were 53,539 hectares for horticultural production, only 6.4% of total crop production area and 9.9% of total crop production value. In 1985, the horticultural crop production area expanded to 386,548 hectares which was 30.1% of total crop production area, and the production value reached 59 billion NT dollars which was 46.6% of total crop production value. The high production value and importance of horticultural crops in agriculture is very obvious.

Traditionally, horticultural crops are cultivated intensively. The producers usually need to invest more capitals, technologies and labor to acquire a successful business. The conditions such as the horticultural technology is improved very fast, the farmers accept new information very actively and the cultivation area is very limited make Taiwan area very suitable for the development of horticultural industry. However, the high temperature, high humidity and typhoon in summer, the cold stream in winter, and the rainy period in late spring result in the unstability of horticultural crops production and the difficulty of controlling products quality. Therefore, it is the future trend of horticultural crops production to adopt various environment-controlled facilities to improve the production environment. On September of 1986, The Third National Science and Technology Conference decided to assign development of environment-controlled horticulture as one of the important stragies to improve agricultural production. Council of Agriculture has also promoted research and development of environment-controlled horticulture into national project and proceeded with full efforts.

Environment-controlled horticulture in Taiwan area is just on a begining stage. Improvement of production technology, establishment of production system and development of facilities need to be fortified. In order to aquire a reasonable development, study of suitable facilities and crops, development and utilization of facility materials, research and transfer of production technologies etc, should be planned and organized as soon as possible.

綜合討論

李金龍（農委會）：

今天綜合討論我們很高興有諸位先進在座，同時我們邀請到五位在設施園藝方面工作比較密切先生、女士來共同主持，我想一開始跟大家做個引言，由我們農委會園產科林美霞技士，她是負責辦理這項業務，所以由她先向各位作十五分鐘引言，接下來就幾個主題來討論。

林美霞（農委會）：

各位貴賓、各位女士、各位先生，經過一天半的研討時間，由多位學者、專家，提供了非常精彩的演講，包括國內外設施栽培、現況、養液栽培，以及設施栽培管理環境和控制及病蟲害……等等。相信在諸位腦海中，有了非常深刻的印象。最後在節目的尾聲，也是我們大家心中共同的目標，就是探討設施園藝產業，在我們台灣未來應該發展方向。首先向各位報告一下，園藝產業在台灣這些年來變遷的情形，我分別以幾年數字，向各位報告一下，民國 34 年、 50 年、60年 70 年、 74 年，因爲 75 年統計數字尙未出來。園藝作物包括果樹、蔬菜、花卉，大家都知道隨著經濟成長，國民生活水準提高，所以園藝作物無論在生產面積和產值較大幅度增加，到底增加趨向是怎麼樣呢？我們生產單位面積用公頃，產值以百萬元計算，在民國 34 年時園藝作物生產面積大概 53,539 公頃，佔該年農作物總面積 6.4 %，它的年代一直下來，到了民國74 年園藝作物生產面積已經變爲 38 萬多公頃，佔了農作物生產面積達 30.1 %，產值與面積之比較，產值由民國 34 年之產值佔了農作物 9.9 %，到了民國 74 年時，產值已經變爲新台幣 590 億元，佔農作物生產值 46.6 %，我們可以看得出來，園藝作物大約佔了農業作物生產面積之⅓，生產將近一半農作物產值，因此園藝作物之高產值，由這一點可以看得出來。而園藝作物的生產在台灣農業經營型態上，已經成爲非常重要的一環，已由此可見，而生產出來的產品都是消費掉，隨著經濟成長，國民生活水準提高，我們可以看出在園產品上供食用部份水果和蔬菜消費情形。我們是依據行政院農業委員會台灣糧食平衡表向各位報告，也是分別提出幾年數字，民國 29 年到 33 年是 4 年平均值，接着是 50 年、 60 年、 70 年、 74 年。所謂穀類是指平常吃的米或麵粉之類，其他類澱粉，指芋頭或甘藷，我們可以看到其他類澱粉的消費量成了逐年遞減現象，而這個取代的是所謂園產品水果和蔬菜。水果從初期每人每年消費 26.6 公斤，到 74 年的時候已增加到 82 公斤，蔬菜方面是由初期每人每年消費 44.6 公斤，到 74 年已增加至 127 公斤之多，而這消費傾向還有日遽增加趨勢，除了在消費量上面增加之外，因爲生活水準提高，大家對品質要求也愈來愈高，因此我們消費也希望隨時取得適當新鮮水果和蔬菜，另外對於非供食用性之觀賞花卉，消費量也是增加非常迅速，大家都知道作物在自然條件生長下，它有一定生命週期，也有一定成熟期，而在我們台灣，水果大部份產期集中在夏季或秋季，而蔬菜和花卉生產期大部份集中在冬季、春季，所以當生產集中就會造成生產過飽和，商品價值降低，而在淡季時又造成供應量不足，商品價格高昂，這對生產者和消費者都不是很有利的，因此我們要利用設備來改善生產環境，提供園藝作物最適合的生產條件，以達到經濟生產目的，也就是設施園藝，也就是一天半的研討題目。設施園藝它在經營上有幾項特點，第一，它是用人爲來控制作物生育，以達到抑制或栽培目的，而能夠終年生產，另外它提供最好的環境刺激作物潛力，所以其單位面積產量和質方面都有改善，同時土地利用，非常集約，然後用人爲方法控制自然條件，所以必須投入資金在設

施上改善環境，因此它就需要相當資金來投資以及精密技術，集約勞力，設施園藝可以說資本、勞力、技術密集的產業，因此我們在選擇設施作物上，也必須具有較高價值經濟作物才能合乎生產的目的。我們都知道，在歐美、日本國家設施園藝已成為園藝產業非常重要的一項，譬如荷蘭，昨天也聽到沈所長介紹，它目前玻璃溫室佔全國面積 9,000 公頃，而裏面設備盡量利用科技方法來控制整個環境，提供作物最好生育條件，所以荷蘭目前每一年花卉外銷金額已經高達17億美金之多，佔全世界第一位，另外亦利用溫室在冬天生產各類式蔬菜，來供應附近歐洲共同市場的國家，而我們臨近的日本也發展設施園藝，它的設施園藝與荷蘭有所不同，主要是它的塑膠工業發達，故採用較便宜塑膠溫室。昨日張小姐也介紹過，目前它的全國面積大約 3 萬多公頃，大約70 %栽培蔬菜， 15 %花卉， 15 %果樹，所以它利用設施園藝，使它自己本身不是很大面積土地，以及在冬天不良的氣候環境之下，仍然達到相當高的蔬菜和花卉的自足率，而台灣的設施園藝，昨天下午大家都看到非常多的幻燈片及專家的介紹，最簡單的隧道棚式的洋香瓜栽培，使用ＰＥ塑膠布和竹架一樣也可以達到保溫防寒效果，使它產期提早。蘭花因經濟價值較高，所以在玻璃網室內栽培，同時配合遮蔭或調節濕度、溫度……等等設備，而我國未來設施應該發展那一種呢？是發展荷蘭式玻璃溫室？它們能夠達到完全控制環境效果，是高科技的結晶。還是發展我們已經採行很簡便之塑膠布室？前面這種荷蘭式，目前國內還沒有生產，如果由國外引進全套的玻璃溫室及設施的配置，依據報價大概是每一分地的造價從新台幣 200 萬元到 500 萬元，目前已採行局部性控制環境的簡易設施，每一分地造價新台幣 20 萬到 30 萬之間，可是這種設施也只能夠達到部份環境控制效果，甚至它還有像去年韋恩颱風，全台灣省設施均遭到非常慘重的損失，因此我們設施發展像荷蘭精密式或簡易式？作物種類我們應該發展那些作物呢？目前比較普遍使用栽培花卉算是首位，因為有些花卉非常嬌嫩，它一定要設施內生產才能夠達到品質商品化，或者說種苗？有些種苗生產為特別意義也必需在設施內。譬如柑桔健康種苗必須在隔離網室內才能生長。或者採種，當需要採種時，遇到了雨季如果不在設施裏面生長，完全沒有辦法收穫。蔬菜現在也有些農民或公司、民營機構開始使用簡易設施來生產葉菜類，甚至能達到經濟效益，供應市場，還有它自己的回收，甚至果樹也是非常多人有興趣，而果樹我們是發展木本或草本呢？譬如在冬季我們希望用ＰＥ塑膠布做簡易網室來保溫防寒，希望能夠生產冬季或早春葡萄，因為那時候沒有葡萄，如果生產出來，市場價格是非常看好的，但經過兩年試驗研究，目前效果並不十分顯著，那麼我們是繼續改善，改進朝這一方向呢？或者轉變呢？花卉、種苗、蔬菜、果樹，那些作物較值得在設施內生產。而設施資材更是設施基本，如沒有資材根本沒有設施園藝。目前國內設施資材生產非常零星，我相信昨天看了很多專家報告之後，五花八門、各式各樣，因此一個農民常常造好設施，當他需要維修的時候，發現已經沒有相同的規格材料，所以怎樣生產規格化、價格合理化的設施資材？像荷蘭，它設施園藝之所以進步，一方面農業科技配合，另一方面工業配合農業。畫面所顯示資材工廠，農民到那邊可以按照規格化資材選擇所需要任何一個部份。因此發展設施資材是發展設施園藝基本，而發展設施資材是由公營企業機構來進行？還是民間企業來做？或者二者合作？應該採取什麼方式能在最短時間內得到效果？我們都知道到目前為止，設施園藝進步國家大部份為溫帶國家，而我們台灣屬於亞熱帶，甚至於熱帶氣候，因此我們自國外引進來技術一定要加以修正，才能夠發展出適於我們亞熱帶設施園藝栽培技術。這些技術在昨天探討中有相當多問題，我就不再重覆。總而言之，就生產技術而言，我們一定要自己開發出適合於我們台灣地區亞熱帶型，而開發出來之技術應該如何轉移？轉移對象是什麼人呢？轉移對象是小農，應該朝着比較簡易式，操作方便，不需要投資太大資金之設施種類進行，而有很

多民間企業、公營企業對於設施園藝非常有興趣，他們也希望投資，那麼我們對於他們技術上是否支援？或轉移？轉移方式又該如何？大家看到這是水耕，大家都曉得鳳山分所、台中區農業改良場正在進行，我相信這二場所每一天會接到各方人士信件、電話、甚至登門拜訪，技術轉移造成相當大的困擾，轉移方式如何？轉移是無償？或收取費用？甚至到最後我們開發適合亞熱帶地區設施園藝技術之後，我們與國外交流情形是否保留？無償提供或保留到某一種程度，像目前爲止，洋菇和蘆筍專業人員限制不能出國，因我們要保留這些技術，才能夠使我們產業和國外產業做競爭。因此我們對設施適用性探討包括設施種類、作物種類，設施資材開發與利用及生產技術研究發展和轉移，都應該極早做整體規劃，才能使前瞻性產業在台灣得到合理發展。

李金龍（農委會）：

我相信這些問題，也是在座諸位經常有的問題，設施園藝在台灣已經有這個規模，也做了不少；我們也有些心得感覺相當的雜亂，這二天研討會我們看到了各式各樣的設備均有，在維修上經常發生了問題，所以我們想藉這個機會來跟大家討論一下，到底未來國內設施園藝產業的發展，應該做那些方面重點的規劃，才能幫助這個產業，因爲李教授提到我們必需在失敗中才能改進的話，這個代價是很慘痛，而且非常大。我們希望藉着大家的智慧，能使這個產業在以後發展得更好，更有效的幫助。我們今天討論的主題，包括那些設施種類適合於我們，那些作物有需要，因設施它不是萬能的，而且我們台灣氣候很好的話，在露天即可栽培，而犯不着花了很多的錢去造設備，然後把植物關在屋子裡面，從事經濟生產必須注意到成本，其實設施栽培，我們也必須注意到成本。另外第二主題資材生產以及開發，是設施栽培根本，因爲沒有它就沒有設施栽培，在維修上面經常發生了問題，希望大家提供意見。最後一點也就是最重要的一點，最近在農委會已經有這方面討論，有些民營機構希望農委會、農林廳所開發出來的技術轉移給他們，經過最初步討論，暫時還不轉移，其原因是㈠技術還沒成熟㈡對象是只限於農民，到底我們將來設施園藝發展對象是誰，我想每一次演講都有對象，我們是在大學講堂，還是在農家做推廣工作，先認清對象，發展出來的東西才能適合我們需要，所以這一點是特別重要。農委會現在有十個重點國家級科技計劃，其中有一個是設施園藝發展，我們最近要開會決定方針，包括試驗研究，甚至試驗研究下，接着示範推廣工作，所以今天在這學術討論會上，有一個比較具體清晰的結論，我們可以提供給農委會或農林廳以及有關決策階層作參考，然後據以推動。

李哖（台灣大學）：

花卉這方面，我想可提綱挈領說一下，譬如說：我們菊花冬天一定要有一部份遮蔭，可促進花卉品質，但這方面做得設施還很少，像滿天星和康乃馨，基本上需要設施，我們已做，也就是剛剛我所說要怎麼樣設施對它最好，所以我認爲植物排在第一優先，然後看這種植物需要什麼樣設施，我們應該怎麼樣來滿足它，假如每種作物均有其特性，但是每種作物都要去設計溫室，那就太麻煩，應該有所歸類，譬如台灣高溫高濕之下，一定要發展適合之最需要生長作物，尤其是我們有外銷潛力，有這種想法的話，那消費國家一定在有錢的溫帶工業國家，所以我們一定是要從生產需要高能量，要花很高能量的作物對它生產成本太高，這樣才具有前途。所以生產對象除了可供應內銷之外，應該更踏出一步可具有外銷潛能的作物。譬如，台灣很多亞熱帶蘭花，或是台灣很多原生觀葉植物、蕨類……，這些都是需要高溫多濕，那麼我們要能夠控制品質、產期，一定要有適當設施，來加以協助，像這類設施，應該怎麼樣設計，不要讓很多農民自己來設計後

，從失敗裡面得到經驗，我們應該如何來協助他們呢？我只是抛磚引玉，我想藉這個機會讓大家來發表，我所沒看到，或者有更好的建議。

李金龍（農委會）：

請王教授就結構上，認爲那些設施種類比較適合國內，說說他的看法。

王鼎盛（台灣大學）：

在這個硏討會裡，我從各位和主講人學了不少的東西，也看了很多幻燈片，由幻燈片中了解，台灣溫室設施在材料上來說，絕對沒有問題，問題是我們發展的速度太慢，要不要再輔導一個工廠，然後來生產製造，至於材料一點問題都沒有，這是我個人的看法。其次看到一個事實，在溫室設施裡，都有使用黑網，祇是黑網裝置適當與否而已，據個人硏究，黑網一定要裝置在屋頂上面，但有很多人都裝置在溫室裡面，到底在屋頂上面應該是 3 cm、5 cm、10 cm或 15 cm好呢？尙未做硏究，這個需要硏究。還有黑網不只是遮在上面，側面可能也要用黑網來遮光，也不一定。這些測試工作，我們還沒有進行簡單的硏究，也就是說這些問題都還沒有解決，我們要趕快促成這些硏究。在建材及結構方面，我在民間也看到很好的設計，結構非常簡單設計非常理想，非常佩服設計這結構的人，這個人是學土木的，才有這種構想。

至於 Pad 及 Fan system 設備這麼高價的東西，應不應該引進，這是值得懷疑的。至於灌漑系統，因爲台灣早就有自動灌漑設施，所以這方面應該沒有什麼問題。

鄭正勇（台灣大學）：

依我的看法，在平地不需要那麼複雜的設施，因爲做不來，台灣目前比較有樣子的設施，我想必須在海拔一、〇〇〇公尺以上，在平地要降溫、……等等，這些都是太奢侈了一點。在平地搭設施做水耕，夏天要供應蔬菜，那是不可能的事情。我只能說我不相信台灣市面上所謂的淸潔蔬菜，我想在座有很多人知道淸潔蔬菜是怎麼來的，理論上是騙人的。既然夏天不能種，只有冬天種，然而平地冬天蔬菜種類很多。目前設施是針對夏天而言，只有到山上去，而不是在平地。在平地則採簡易設施，如遮雨、耐颱風，此次彰化、台中地區受韋恩颱風的侵襲，設施損壞慘重，因此設施強度夠，而很簡單就好，不須考慮太多其他的設備，所以將來還是要由平地往海拔較高的地方去做。

王鼎盛（台灣大學）：

我們正在進行各種蔬菜、花卉試栽區的硏究，我們已經進行了四個月，因我不知道在那裡推廣是最合適的，所以我們做了一個簡單的試栽區的試驗。

張學琨（桃園區農業改良場）：

園藝設施是一門深奧的學問，它牽涉到工程，王教授提到農、工、理，我想沒那麼簡單，要考慮到法、商，應是以後在什麼樣的土地，你不能蓋，或是農民有什麼花樣，像我們以前所做的育苗中心，他申請了育苗中心，做了 2～3 年以後變成倉庫，育苗中心便不經營了，諸如此種事件以後便會發生，爭取經費補助後，就不依規定辦理，這些都需要法來規範。還有商，如何將設施園藝產品很順利的銷出去，是貿易方面的問題，不但是內銷，也是外銷的問題，既然是一門大學

問，所以應該從組織方面來做起，從行政體系方面，我們有一個正確的政策方向，什麼樣的環境，我們來加強設施，什麼樣的環境我們不要去做，所以第一個問題，我覺得非常有意義。現在的園藝設施，應該在什麼環境下來設置呢？假設這塊土地非常好，本來就可以大型機械化，土壤也非常好，普通作物種的非常好，產量非常高，那麼為什麼要改成園藝設施呢？使用的都是基質，與土壤一點關係都沒有，把原來的資源都浪費掉。假定原來是砂礫地，像北部氣候非常差，雨量非常多，濕度相當高，同時風也很大，蓋溫室可能效果非常大，本來土地種水稻一千多公頃，但是種了園藝作物以後產值可能增加一百倍，也說不一定，所以這些應注意的事情，在政策決定以後，就交給某個單位來研究，若要推廣則要限定那些地方來推廣。農委會一再強調，農業要專業化，設立專業區，這個方向是對的，將來要推廣的時候，什麼地方可以推廣，什麼地方不要推廣，這一點我是認為比較重要，所以適應性方面，除了作物以外，我認為土地和氣候、環境要考慮，這是我個人意見。

李金龍（農委會）：

設施園藝因為比較新，在農委會有兩個類似的Group，一個國家級計劃，召集人是黃顧問正華先生，昨天也向各位做了簡單的報告，在這個小組裡，包含有很多單位首長做為委員，同時也邀請一些專家學者參加，所以以後工作的推動，集合大家的智慧看法。另外一個類似的Group，是設施園藝的諮議小組，這個諮議小組也是由黃顧問正華先生來召集，李哖教授、鄭正勇教授都是我們這個小組的委員。很多事情，我們先提出簡單的構想，再提報給小組委員會去做決定，以後還是採取這個方式去做。在荷蘭，剛才我們在圖片看到很多的屋頂，那個地區叫做Westland，有四千公頃的溫室，非常集中。所以擬推廣地區，是不是應該選擇比較有潛力的地方亦是值得考慮，因為我們的技術人員很有限，如果東南西北都有的話，他疲於奔命，同時集中一處比較能夠花精神和時間，去解決問題。設施園藝是集合很多人的工作，坐在主持人的位置的各位專家，他們不是全部都是學園藝的，高博士是學農藝的，柳科長是學農藝的，王教授是學農工的，只有我和沈所長、李教授三個人才是學園藝的，由此可見，雖然是說設施園藝，但實際上是集合各個學門的智慧和知識在做的。

蔡平里（台灣大學）：

我想提出幾個原則性的問題，第一個從整個台灣的園藝產業來看，設施園藝的誕生是第二志願而不是第一志願，雖然是第二志願，不過要看時代，譬如說從有楊貴妃以後，大家都認為生個女孩子比較好，也就是說總有輕男重女時代的來臨，我們要了解他還是第二志願。各位假如特別注意台灣的各種設施園藝的話，應該早就知道台灣的設施園藝是春秋戰國時代，花樣非常多。想從事於設施園藝者，正如王教授所介紹唯有一步一步的從設計一直到施工，包括理論及實際學起。事實上，在三十年前日本的設施園藝情況就和今天的台灣是一樣的，什麼花樣都有，在五、六年前我和幾位農委會的工作人員，一起到日本看過設施園藝，我們所看到的日本的設施已經經過二十年的考驗，開始合成幾個應有的、合理的、理想的一種狀態，這些經過書本上面有，而且這些經驗我們可以學到，所以如何從他人的和其他國家失敗經驗中來摸索，可能比我們重新摸索要快的多，這是第二個原則，也就是統一。雖然有一部分要靠我們失敗經驗而來，但事實上如從國外的失敗的經驗來找您的答案，也許快得多，這是第二個原則。第三個原則，現在的福利國家都是從搖籃到墳墓，生下來一直到死為止，全部要服務週到。各位討論的設施園藝，只是

從搖籃到一半，這個設施園藝是一半的，半吊子的設施園藝，譬如有人報告說昆蟲的危害是10～20％，所以設施園藝要考慮蟲的問題，而病可能導致園藝生產減少10～20％，所以也要考慮到病的問題。園藝作物從種子搖籃一直長到成年以後，這個問題就沒有了嗎？還是有，就是採收以後要不要設施呢？譬如台北附近的宜蘭，有很多的青葱，採收以後，馬上就運到台北賣掉了，事實上也有很多的問題，假如採收以後能靠某一些設施，能夠使它保存的更好，或者它的銷路能夠延長一點，正如預冷的設備或者保鮮的設備，這些也是園藝設施的一種。我們的園藝設施要考慮從搖籃到墳墓爲止，不然的話，這個設施園藝還是半吊子，這是第三個我要提出的問題。設施園藝可以增加生產值，增加產量，這是計算問題。統計是一個很好玩的數字遊戲，我們昨天聽到了沈所長說，荷蘭設施園藝的生產值，他們的預算是九倍於台灣的，那是單位面積的生產值是九倍於台灣，我們的生產值，特別是設施園藝的生產值，不應該這樣計算，再加一個時間的因素，單位時間單位面積的生產值，這還不夠，因爲這種計算法太簡單。我們今天的設施園藝要考慮的不是這種生產值的計算法，我們應該從單位投資額的報酬率來計算我們的生產值，我們應該採用那一種方式來從事設施園藝，才能夠得到更高的利潤。這四個原則，在我們要做更進一步探討的時候，我希望能夠特別的考慮在裡面。

吳中興（台灣大學農機系）：

林小姐談到很多和園藝設施有關工作，非常遺憾的沒有包括農業機械的工作。剛剛園藝系蔡教授談到合作問題，我想把它強調成系際合作問題，因爲在這個科學昌明的時代，我們農業生產，已經走向高度科技化的境界，所以同樣一種作物生產，可能需要不一樣專長的配合，才能達到盡善盡美，而且不費很多資源的境界。與設施園藝工作有關的設施，他面臨到很多問題。譬如，設施結構方面的研究，或機械化的研究，或自動化的研究，這些研究工作非常多，而且非常不容易做，往往事情的成功與否，這三方向佔了很重要的角色。所以日後希望能夠讓農業工程方面的從事人員有參與的機會，並且給予適當的研究計劃來支持。我現在舉一個最簡單的系際合作例子，向大家報告一下，農機系久聞設施園藝有很多工作正在推行，我們也希望能夠與園藝系及農藝系各教授多多配合，讓我們有貢獻所長的機會。我們系曾請園藝系李哖教授到敝系演講，希望她能夠告訴我們能夠做些什麼事，李教授也不吝嗇講了很多我們可以做的問題。在演講中，我發現一個工作也可以做，就是李教授正在做蘭花栽培的研究，她蓋了一間溫室，溫室上面要加蓋光網，李教授承認機械方面她是外行，所以她希望我們能配合她來做遮光網的機械化，開始時，李教授告訴我們她的需要，首先要蓋一間溫室，我們請教溫室結構方面的權威王鼎盛教授，他提供了最詳盡的溫室結構資料，我們根據王鼎盛教授的結構圖，蓋了一間簡易型的溫室，接著我們開始設計機械系統，經過一年努力，整個機械方面系統，也在李教授指導下即將完成，機械化完成之後比以前加設遮光網使用人力去舖設進步多了。我們並不以此爲滿足，還希望遮光網機械化成功之後，能夠繼續達到自動化的境界，所以我就向農委會農機小組研提遮光網自動化研究的專題，我們很有信心一年之內可完成。我們運用四種不同電子線路，希望評估四種不同控制系統，那一種系統最適合遮光網使用，而且最合乎經濟效益，將來也最適合推廣。但是這個計劃提到農機小組以後，發現農機小組沒有任何經費支持設施園藝，所以計劃也沒有辦法做了。唯一的辦法，就是和李哖教授由明年的薪水裡面，一個人支付一半來做這個計劃。我們有這份熱忱，也有這方面的能力，希望能夠給我一些經費，讓我們能夠配合設施園藝將來的發展。

李金龍（農委會）：

我們策劃這個研討會，就是希望結合各種不同行業的專長人才在一起探討一些問題，所以我們認為當然由園藝的人來做先鋒，可是我們遭遇了很多的困難，同時也不是園藝的人單獨可以解決的，才請大家來，至少你的發言，也可能是在座很多人的看法，我們稍稍覺得有點成功。今天的會議，就是要請各行的人都來參與這個工作。有一點要抱歉的，就是受限於會場的大小，我們有很多人不能參加這個研討會，不是沒有機會，下一次如果諸位覺得我們應該再辦的話，會找一個比較大的場所，因為農試所的場所最多容納兩百人，再多的話，可能使參加的人覺得不方便，包括一切服務的工作在內。剛才蔡教授所指導這幾點我們都記起來，這些都是原則性的問題，也是我們積極想要克服的。尤其是把別人過去的經驗學習過來，免得我們重新走冤枉路三十年。事實上我們在做，上次請您到日本去看，後來陸陸續續也請人到日本、歐洲、美國去看，就是想快一點將他人的成功經驗引進來。

柳台生（農林廳）：

在農林廳我們做很多行政服務的工作，感到非常困擾的一個問題，就是銷售的問題，因為我們在解決銷售及生產過剩的問題，往往比生產技術推廣還要困難，因此我們認為將來推行設施園藝的時候，要產銷配合。當這個鄉鎮這個農民有義務、有熱忱要把產銷的工作解決的時候，才能夠發展，設施園藝原來面積上並不增加，可是我們發現在推行某些工作的時候，銷售問題發生了，往往會找到我們指導的單位來，譬如說台南市有人種塑膠布網室的蔬菜，銷不掉請農林廳幫他忙，而在桃園區農業改良場許主任、張小姐、廖小姐他們幾位在指導台北市近郊農民生產技術的時間反而少，而怎樣幫忙包裝及銷售，反而花的精神更多，所以將來要特別注意這個問題。有些農民生產團體用上班下班領薪水的態度工作的話，協助上的確是有困難，應當要熱誠要有熱心，自動自發，才能把這個工作做好。我們認為市場供需的問題很大，因此才會有台糖不種甘蔗，糧食局要大家不要種水稻，公賣局要大家少種一些釀酒葡萄，而我們也希望水稻轉作的面積，有關園藝方面不要太多，這些都是市場的問題。剛才有幾位專家發表過意見，我們認為這個設施能夠種什麽，我們都要問，設施能夠賺多少錢，因為農民對設施園藝並沒有興趣，農民對新台幣有興趣。您用養液栽培當然可以把菜種出來，但是露地的菜已經夠多了，我們何必要用養液栽培呢？像永靖種出來的精緻蔬菜比較好，它離中興新村很近，我們要買蔬菜都買不到，如果站在院轄市的立場，永靖距台北也許很近，但是永靖距中興新村就很遠了，因為運銷通路的問題，所以如何來解決這樣的問題，我想運銷是非常重要的，而且要有賺錢這種觀念。談到有關資材的開發及利用，我們的看法是這樣：第一、現在請廠商幫我們開發，廠商往往會問花了很多錢之後，不一定賺得到錢，開發之後當要賣的時候，很多人就仿造了，所以我們要請廠商合作的時候，一定要這個廠商把熱誠比錢看的更重要才可以。如果要請廠商密切的配合，可能要費一番唇舌的力量，就要請李教授幫忙說服。第二、關於資材，各個專家、各個地區各有他們的經驗，將來我們具體的做法，就是台北地區請桃園區農業改良場為主，找一位農民請各方面的專家都來就這個資材提供他很多的意見，然後再就所有專家的意見，開發一個、兩個或三個型式，在台北地區適合種這個作物、種那個作物。種那個作物可以賺錢，就是成本低，而生產出來的產品，比人家早、比人家晚、比人家好吃、比人家貴，這樣的話，我們就可以給農民做參考；中部我們希望請台中區農業改良場，南部請鳳山分所。就是大家要團體合作，他懂得甲、他懂得乙、他懂得丙，為什麽不把甲乙丙通通合起來，才能夠把它開發出來呢？第二點，農民所開發出來的資材也許成本很高

，我們要他做，他也許有困難，我們可不可以採取貸款的方式，或是補助款的方式？當農民要補助很多他才願意做的時候，我們可採用合作方式，五年之內，專家請農民怎麽做就怎麽做，並徵求農民的意見，農民也把他的意見貢獻出來，經過五年以後，我們就可以了解那種型式種那些作物比較好，如此我們是不是有一個條件，三年內或五年內要聽專家的意見，專家也要聽農民的意見，因爲農民爲了錢的問題，他往往投入也就更多，經過三年以後或五年以後，也許就可以無條件交給他們，所以我們要有圖利他人的想法，也許我們要幫他貸款或者補助，這是第二個意見。第三個意見我們是不是大膽一點把外國的引進來加以改造，加以仿冒，只要改造得通，可以不推自廣，因爲只要行得通有錢賺的話，很多廠商自然會仿造。以上是我的意見，供各位做參考。

洪星輝（台糖公司）：

我本來是唸農工系，現在也在做設施園藝，我非常贊同柳科長的意見，有一些感觸，順便和大家談一下。在七十三年日本對世界發表了他們的設施園藝，它分爲三類，第一類是類似溫帶國家，所採用的是較好的硬體溫室，不管是玻璃的，或是硬板的。第二類是遮雨設備。第三類是水耕的培養液設備。我們看到黃敏展教授講述中，有一個日本那霸郡的海上博物紀念館公園的蘭花設備，它的投資費一坪多少錢呢？幾萬元新台幣，它的設備全部齊全，包括溫室下面設一個遮雨的水棚，把上面的雨全部集中到下面，在乾旱的時候，拿出來灌溉，還包括每天都可以拿蝴蝶蘭出去的調節設備，有貴的設備，也有便宜到一坪只有五元或十元，或一公頃只要一、二萬元舖設的mulching的設備，所以我認爲設施園藝，正如李教授所說的，針對什麽樣的發展需要，我們就往什麽方向去發展。譬如冬天蔬菜很便宜，如還要用設施園藝來發展蔬菜，是絕對不行。我覺得台灣發展出來的銀灰色ＰＥ塑膠布是很好的資材，舖了銀灰色ＰＥ塑膠布對大里鄉的煙草很好，產量增加，可以防止蚜蟲，這也是設施園藝的一種。包裝葡萄及蓮霧的設備，也是設施園藝的一種。全視我們的需要及所要發展的種類而定，日本也是如此，很多農業試驗所對水耕的產量和成本都有詳細的資料記錄。然而如桃園區農業改良場張場長所說的，很好的土地，就不做設施嗎？日本一樣做設施，目的是在提高品質。防雨的設備減少了農藥施用量，提高品質，提高多少的產量，都有資料，這種資料乃針對所種的植物而有不同的架構。日本的夏天跟我們的夏天差不多，唯一的差別是她的降雨強度比我們低，我們的降雨強度可能達到一個小時60mm或超過60mm以上，在這種大的降雨強度下，夏天應該有防雨設備，以提高在良好土地種植的各種果蔬作物的效果。在這種情況之下，我很贊同柳科長所說的，我們應該把國外認爲已經好的東西或是覺得好的東西，簡單的，可以用的，先引進來。台北玉和公司請南亞製造一種ＰＶＣ塑膠布是不滴水的。台聚公司在台灣也生產不滴水的塑膠布，雖然不滴水，但是會吸塵，使用不到半年透明度差很多。埔里地區使用的ＰＥ布，不到一年就不能用；永靖鄉陳瑞隆先生種蔬菜，小白菜約十五天就可收了，後來透明度較差，三十天都收不了。台北玉和牌的塑膠布，雖然廠商說品質好，但試用結果不行。所以需要引進國外已經有的產品，不必再研究，也不須請廠商合作開發，先引進再說。引進來以後很多農民想用，我們要對他們說明使用以後有多少效益，有多少經濟價值。俟農民大量使用以後，自然有很多私人的廠商會發展。請王永慶先生想辦法去發展，是沒有問題。我知道王永慶先生已經花了很多苦心在做，但是他們壓力也很大，一層一層合作的情況並不是那麽順利，所以我覺得應該刺激一下台灣的廠商，我們先進口沒關係。進口最大的問題在於關稅，40％的關稅一加到農民或者消費者的身上，是絕對不行的。我覺得應該想辦法將農業資材免稅進口，這是我一再呼籲的事情。另外，與羅幹成主任談到，台糖的網室種清潔蔬菜有蟲害，農民稱爲跳蚤蟲，它連

32 目的網都會鑽進去，鑽進去以後，咬食所有的白菜類或青江菜，吃的一個小洞、一個小洞，葉子變的很難看，這些菜蟲聽說是跳到紗網上，才鑽進去的。昆蟲專家能不能告訴我們這種跳蚤類的蟲，要跳多高才能跳到網室裡。假如知道的話，找們會想辦法，用網室種清潔蔬菜時，旁邊應該用普通的ＰＥ布或透明的ＰＶＣ布圍起來，使它跳不過去，類似這種資料我們都需要，否則就沒辦法設計，這種類似的小問題，我一併請教。

羅幹成（農試所）：

剛才講的這種蟲，稱爲黃條葉蟲，它是會跳的，至於跳多高，我也不知道。它是台灣本地產的一種小甲蟲，很小的一種蟲，體背上有兩條黃黃的斑紋，稱爲黃條葉蚤，因爲它會跳，所以叫做葉蚤，像跳蚤一樣。至於它會跳多高，到目前還沒有記載。它的生活史是在土裏面化蛹的，幼蟲與成蟲會跑到葉面，把葉子吃了一個洞一個洞的，幼蟲老熟以後，又跑到地下去化蛹，所以可能需要土壤消毒處理。

袁亞男（佑康公司）：

我們代表美國Laurie Burton Greenhouse Company在台灣幫人家設計、規劃、建造溫室，在我們經驗中，溫室只是一個工具，並不是很重要的項目，也沒什麼學問。農民要不要投資這個溫室，完全決定於它的投資報酬率，假如政府能夠保證一個農民投資一棟溫室或是一個園藝設施，其每一單位面積每年可以獲得多少利潤，我相信所有的人都會投資，所以投資意願完全決定於產銷制度。產銷制度並不只限制於國內的問題。有很多的花卉外銷目前只銷到日本，事實上我們可以外銷到美國，那是一個很大的市場，所以說要不要投資是決定於產銷制度。如何獲取園藝設施，如何幫客戶設計溫室或園藝設施，我們考慮的因素分爲兩部分，第一部分就是它的構造·我們的溫室有很多種構造，有便宜的，一直到貴的，非常多的等級，考慮選擇什麽構造時，要考慮的部分，第一就是我們台灣的環境，台灣位於地震帶上，且常有很強的颱風，但沒有雪，却有很大的降雨量，所以我們要考慮這些環境條件。第二就是投資報酬率，假若要興建一間溫室，我們要種植些什麽作物，在多少年之中才能夠把我們投資的成本收回，甚至獲取利潤，所以設計溫室的時候，我們把它訂在三年、五年或十年，我們最好的溫室使用年限最久的是一百年。第二部分就是在設計一間溫室或規劃一間溫室的時候，要考慮溫室之內的栽培物，就要考慮heating system cooling system , shading system及control system或加上compurer。而問題是溫室內的栽培作物要種些什麽，最合適它的溫、濕度規劃出來以後，這和成本都有關係，然後再考慮溫室的覆蓋物，有玻璃的、有塑膠的、有ＰＥ的、有壓克力的，有玻璃纖維的，等級非常多，使用年限不一樣，透光率也不同，主要是看裡面的栽培物來決定，這些因素都考慮過以後，再考慮園藝設施內的一些配備，譬如我們要採無土栽培水耕，就應考慮水耕的設備，如二氧化碳供給的儀器，或栽培槽及一些使用器材等，等到全部考慮完之後，就可以知道每一單位土地面積需要投資多少成本，然後決定要不要投資，一旦投資以後，投資成本能不能收回。我們公司在美國興建和規劃溫室超過一百年，在台灣已經超過兩年的時間，在過去兩年之中，我們和很多農民接觸，而農民所考慮、所關心的問題就是如有人能向他們保證興建一間五百萬元的溫室，五年之內可以賺五千萬元，每一個人都會做的。如果沒有人能保證，投資一間五百萬元的溫室，五年之內的獲利率只有一點點，我相信沒有人願意投資。以上是我們的經驗，最後，我們公司有一些資料，當你要設計一間溫室時，所要考慮的環境，成本因子的參考資料，歡迎諸位索取。

廖芳心（桃園區農業改良場）：

我們實際從事於基層的工作，台糖公司代表也談到塑膠布的問題，在北部塑膠布很容易壞，現在有很多廠商說添加一些抗紫外線藥劑就比較不容易破，可是在座很多人都和我一樣，連ＰＥ和ＰＶＣ都分不清楚，怎麽由表面來區分這是不滴水，還有很多的好處，可以我希望比較有經驗的王進雄先生教我們外行人很簡單的分辨出什麽是好的品質的塑膠布。另外，是不是可以由立法來統一產品的規格，像商品一樣，有標誌的才是好的，那麽我才可以告訴農民那些產品可以用，因爲我們的仿冒實在很嚴重，剛剛柳科長所說的，一個很簡單的塑膠夾，第一個人生產了，第二個人就仿冒，他也可以向公家機構，同樣經過採購手續，以三元低價賣給我們，可是用了以後，才發現經太陽一曬就壞掉了，所以應該如何來統一產品的品質，是刻不容緩的關鍵。因爲這種溫室不是在短暫的時間內就可以看出它的缺點，如農民等半年後才看出那個缺點，對他們的損失，算是很大了。

王進雄（台聚公司）：

我很簡單的說明，將ＰＶＣ和ＰＥ的材料點火燒燒看，ＰＶＣ很快就熄掉了，但是煙很臭，那就是氯氣的味道，是有毒的，若是ＰＥ的話，燒着以後會產生藍色火焰，會一滴一滴的滴下來，和蠟燭一樣，聞起來有一點香香的蠟燭味，這是ＰＥ與ＰＶＣ簡單的分別。剛剛所提品質的問題，如果你拿到一張塑膠布向光線一照，看到很多像青春痘的顆粒，那是不太透光的或是混濁不清的，是不好的塑膠。另外，提到不滴水布如何辨別呢？很簡單，拿溫熱的水，大約五、六十度就可以，當在冒煙的時候，把塑膠布放在上面，如果上面結露而混濁不清，那就是滴水性的ＰＥ布或ＰＶＣ布，如果是透明的，就是不滴水性的塑膠布，正如中午的便當上面包的塑膠布，看起來是透明的、透氣的，水滴往兩邊跑，那就是不滴水性的塑膠布。剛剛也提到塵埃汚染的問題，關於這一點，台聚公司一直在研究，今天我介紹的後期，就是第三期，這段期間研究了好多年，我們一直認爲是靜電的影響，所以也試着添加很多抗靜電劑，或其他的化學藥劑處理，結果發現都有些改善，但是不能達到盡善盡美，這是我們以後需要繼續努力的方向。在座的廠商將來也可以互相勉勵，一起來開發這一方面的材料，提供給業者使用。

蔡平里（台灣大學）：

有關塑膠膜的資料，王進雄先生已經介紹了數個利用的特性，除了這幾個利用特性外，建議是否可再研究兩種它們所需要的特性，第一個特性是爲了抗紫外線，已經加進吸收紫外線的藥劑，這是因爲大部分溫帶的先進國家有這種需要，對熱帶國家而言，塑膠膜有另外的需要，有沒有方法可以把紅外線部分吸收，如此是不是有助於在熱還沒有進入溫室以前就把它遮掉。第二點是所報告的資材的價格特性和資料中有些不同，不知那一份才是正確的。另外一個特性就是ＰＥ或ＰＶＣ到目前爲止有一定的尺寸，然在實際應用時，有些尺寸夠用，而有些不夠用，還希望有一個特性就是有沒有方法可以使它粘貼起來，亦即我們要將許多小張的塑膠布粘成一大張，而且是完整的，是否可以增加這種利用性。除了這一點以外，其他國家已經在做不利用時的特性。台灣現在塑膠布利用得很多，塑膠布壞掉以後，到處堆得一大堆。國外已經開發出一些不利用時，在很短的時間內會自己分解成比較小塊的，亦即不利用時之分解特性。另一方面是塑膠布微生物的尋找，這幾點有沒有更妥當的探索。

王進雄（台聚公司）：

有關不同尺寸塑膠布連接的問題，目前國內外都有這些塑膠布開發出來。國內目前像四維公司，他們也在用了；在國外，像日本就有很多比較耐水性的，碰到水不會馬上分開，因爲這些塑膠布要粘起來，本身有它的特性，就是不容易和別的碰在一起。PVC比較容易利用高週波來粘接，PE只有用熱接的方式，如果用膠合劑便沒有辦法粘接，因爲PE本身是非極性的，所以只有靠膠布，一種耐水性的塑膠布。第二點是PE布或PVC布用完以後本身的分解問題，台聚公司請台灣大學教授幫忙做一個實驗，給他一筆經費研究，希望能夠找出一種細菌將塑膠分解掉，但那位教授已去世，這方面的研究便中斷了。塑膠方面國外是加澱粉，添加不同比例的澱粉，做成比較容易被細菌分解的產品，至於這方面的細菌，回去後再問問我們公司的謝博士，能不能找到這一種細菌，他們可以由國外帶回來，也說不一定。第三點，剛剛蔡教授拿到一張價目表，那是元月份所寫的，因爲後來價錢上有變動，我會重新更正。至於遮斷紅外線的塑膠布，台聚公司也在研究，但是到目前爲止，還沒有做出很理想的產品，而在鄰近的日本有做出那種產品。柳科長及洪星輝先生建議先從國外進口，我想這是一個很好的提議。另外談到抗紫外線的問題，紫外線的破壞能力是相當厲害，而添加紫外線吸收劑，可以延遲被破壞的程度，我想還是可行的。它的耐用程度可以由一年增加到一年半，甚至增加到二年。日本將塑膠布使用在農業方面，一般都是一年的時間，因爲緯度的關係，日本的太陽光和台灣的太陽光是不太一樣，這樣的答覆，不知是否滿意。

高德錚（台中區農業改良場）：

關於溫室的問題，我站在改良場的立場替農民講幾句話，等一下想請廠商代表來談談，他們開發這一套技術是怎麽樣的。農民到底需要那一種型式的溫室，我想台灣只要一個遮雨設備就夠，尤其在平地，只要遮雨防蟲就好了。如能達到遮雨防蟲的效果，愈便宜愈好，這可能抹煞從美國引進這一套技術的看法。到底台灣爲什麽需要呢？在這兩天的研討會中，大家都知道這幾年來台灣推廣的溫室，可以說是網室，所遭遇到的問題是夏天溫度太高，一直想辦法遮蔭，然而遮蔭以後，光線又不足，作物徒長，許多問題便產生了。此外溫室尺寸大小也有問題，到底要單棟或連棟呢？單棟很好，通風性佳，但是土地使用率差，因此農民就想連棟，連棟式兩棟中間的排水怎麽做呢？這也是一個問題。一旦連棟以後，塑膠布、排水以及通風性都很差了。Pipe House（鐵管溫室）的抗風性有問題，台灣的Pipe House 可以說是戰國時代，最早一分地的卅萬元，最近有十五萬元的，十五萬元和三十萬元在估價上是不同的，本來是½英吋的鐵管，現在改爲¾英吋，最近還有人想用2英吋的，這些都沒有經過檢定，但是Pipe House這方面誰在做呢？是鐵工廠的人在做，企業社的人在做，愈便宜愈好，正如桃園區農業改良場所說的，廠商標到一分地卅萬元，另一家廠商標十五萬元，甚至還有十三萬元，到底卅萬元和十三萬元的溫室有何差異？煥坤公司可以說是仿造的一個典型例子，他的產品都是先從日本引進，再仿冒日本的產品，但他也在到處刊登廣告，他有一套自己的溫室。我們想聽聽以業者來開發這一套，到底是爲什麽？他的理論基礎是什麽？

郭獻鐘（煥坤公司）：

我以一個廠商代表來談一談，我們怎樣來開發簡易溫室的過程。本公司是在13年前最早引進瑞士的機械，從事生產各種農業用的遮光網，我們單打獨鬥在農業界來推廣，從最初只用在蘭

花上，一直到現在用在各個農業上，如香菇可以由山上移往平地種植，還有各種花卉及韭黃等等，用途愈來愈廣泛，我們也從中賺取利潤，我順便向各位專家學者致謝，各位在農業方面、精緻園藝推廣上出力很多，沒有各位的推廣，就沒有煥坤企業的存在。所以爲了要回饋農業界，我們一直想發展一些可以適合台灣的園藝設施，適合我們當前情況，農民能夠用得起的一套溫室設備，因此我們不惜以一個中小企業的身份，經常和日本的設施園藝界有所連繫。我本人就有27 次到日本參觀各種農業設施的經驗，也經常引導日本的農業界到台灣來看，希望指出台灣現在溫室的缺點在那裡，我們需要走那一條路，並不是外來的和尚比較會唸經，剛才有很多位教授都談過，我們不能拿農民當犧牲品，讓他們在錯誤中吸取經驗，所以我們必須吸收先進國家如何發展設施園藝的一套方法。設施園藝比較發達的國家，如荷蘭及日本，以面積而言，日本的設施園藝佔全世界第一位，共有三萬六千公頃，其中採用玻璃溫室的部分，只有 4.7 %，採用其他方式者有 5.3 %，使用鐵架者爲 20 %，其餘的 70 % 是用鐵管溫室，也就是我們目前所推廣的簡易溫室。上個月我得到一份資料，這一份資料得來不易，那是日本的鐵管溫室安全結構的方案。其中內容是日本發展鐵管溫室三十幾年的經驗，日本也曾經歷過我們現在這種陣痛時期，他們以前用木架、竹架，一直到現在，經過三十年，才在去年把標準的方案、安全的方案訂出來，這一個方案是上個月才完成的。去年由日本設施園藝學會召集很多廠商代表以及千葉大學、工業大學的教授，東京住宅技術研究所主幹，還有全農設施，神奈川大學工學部很多大學教授，以及專門製造溫室的廠商互相研究了十一個月（從去年一月到十一月）所得到的結論，在上個月才將它完成。這個溫室不講求很高的理論，也不是很堅固的，一般農民都花不起上百萬元的投資，而是最簡單的，不要基礎，而是用鐵管插到地上的一些設施安全結構，如何抗颱風，又保全，我很樂意將此難得收集的資料提供給各位。關於在溫室的發展過程中，高博士所說我們是以仿冒達到的，這一點我不太同意，我們現在所生產的遮光網是引進世界最新的設備。蔡教授談到要用各種遮光網或塑膠薄膜，因限於尺寸的關係，用起來很不方便，因此我們爲了回饋農民，引進很新的設備，可以生產各種尺寸的遮光網，由兩尺至全世界最寬的八公尺，我們都可以製造。在國外有許多ＰＶＣ的薄膜，各種尺寸都有，爲什麼台灣沒有？因爲台灣的工業界都是賺錢第一，他們認爲國內的園藝設施發展不起來，所以不肯把精力花費在這方面。目前是生產者佔上風，只有某種尺寸，你要就買，不要就算了。在國外有各種尺寸可供選擇，給農民相當大的方便。我們公司雖小，但是我們認爲以前是農業支持工業，現在應該由工業界來回饋農業才對。我們有這種想法，甚至本身不能生產的產品，我們想由國外引進，如王進雄先生報告的特多隆，它可以做成非常軟的，非常透明，比玻璃還透明，爲了耐候性的關係，上面再保護一層壓克力，可以使耐候性達到十年以上，我們也正想把它引進來。有很多設備在日本已經專利過期，我們毫無愧色的可以正正當當的生產，這點必須澄清，因爲仿冒總是不好的。我還有一份資料，是我們出資請日本專家研究台灣溫室結構，結果是一些企業社、鐵工出身的人在做，他們不知道結構理論是什麼，只是應農民的要求，只要便宜就好，沒有特定的規格，所以我們公司想將它規格化，設立了一套簡易溫室的標準模式。發展這套溫室，到目前爲止都在賠錢，但是沒關係，因爲我們過去受到農民的支持，在遮光網上我們曾經賺過錢，現在沒什麼錢賺，所以在這方面我們會繼續發展，還希望各位多多給我們鼓勵。

沈再發（鳳山熱帶園藝試驗分所）：

去年七月農委會成立國家級計畫，我參加其中的研究小組，那時只有一千四百萬元的經費，

由研究小組審查通過了一些計畫，包括台灣大學進行精密溫室系統的作物繁殖、產期調節及品質控制的研究，中興大學進行本土化設施的微氣象研究，農試所則是低成本溫室降溫系統之研究，鳳山分所從事熱帶地區水耕的研究，台中區農業改良場是進行簡易無加溫設備的生產研究及水耕研究，另外台南區農業改良場做冬季綠蘆筍生產的研究，桃園區農業改良場三重分場進行都市近郊簡易設施生產蔬菜之研究，因爲當時形成計畫時，時間很短促，沒有非常完善的籌備，而概略以機關的特長來分，譬如大學方面做基本環境的研究，試驗場所則偏重於技術性、地區性的研究。但還是有缺點，就是沒有整體的規劃。諸位教授及張場長所提沒有整體性的發展，造成比較凌亂的結果。就各位先進所談到的，大家都有同感，重要的是防風防雨方面的研究，還有塑膠布老化的問題，立刻就變成生產上的限制，而影響品質，所以如何來穩定生產，就應加強防雨設施的研究，至於提高品質的研究和產期調節的重要性則較緩慢。要如何分工合作，是否請各位先進多多發表高見。

鄭正勇（台灣大學）：

就資材的問題，我想提出很短的意見。我們資訊非常發達，所謂混亂的時期會很短，譬如過去一位教授二十年所能達成的各種成就，今日一個聰明的大學生只要兩小時就夠了，所以大家不必要擔心這一件事情，讓大家都引進來，能夠做就盡量讓他們去做，不要有太多政策性的干擾，因爲我們對這些資材都沒有經驗，而最大的經驗者就是農民們，讓他們小規模去做，倒是個好方法。我認爲和引進工業，然後再放毒一樣，污染太嚴重，現在農業是環境中最大的污染源，例如肥料就是一個很大的污染源，請大家注意這一點。我希望在發展這些技術的同時，也要注意到設施園藝所造成的固體和液體的污染。

蘇匡基（台灣省政府農林廳）：

我提出三個意見，第一，台灣現有的設施園藝有那些好處，有那些缺點，必須要先了解，再來研究。台灣夏天種植蔬菜，以尼龍網蓋在上面，是最簡單的設施，還有隧道式栽培洋香瓜，菊花用電照來栽培，或用塑膠溫室來栽培洋菇、香菇，我們有很多種類的設施園藝，另外還有小部分的水耕栽培。水耕栽培現在研究的情形如何，有什麼好處，如設施是否適當，品種或栽培方法是不是適合，我們需要來加強分析、研究。第二、本省的設施園藝與溫帶地區設施園藝的方向，實際上不同，因爲現在設施園藝發達的國家，無論荷蘭，或日本，或歐洲，都是屬於溫帶地區，她們最多的是加溫，這些方面都和台灣相反。台灣的設施園藝爲亞熱帶型的設施園藝，夏天熱帶地區的人希望吃溫帶的果菜，或是夏天颱風來襲時，蔬菜淹死了，我們沒有蔬菜吃，這時我們要怎麼做呢？在亞熱帶型氣候下，研究夏天要如何降溫，或颱風來時，那一種設施的結構、材料，比較耐颱風，另外，採用的品種、作物的種類，或是它的生長情形，所需要的光照、溫度等方面的基本研究需要加強。第三、就是要考慮經濟效益。我們用設施園藝，或植物工場的方式周年栽培，在單位時間單位面積下，提高生產力，這是將來要走的方向。投資玻璃溫室時，我們要考慮收益及投資報酬率是不是適合。台灣現有的溫室，都是夏天不能種作物，因爲溫室溫度六十幾度以上，夏天根本沒有辦法使用，空在那裡，那是不是適合投資呢？如何解決呢？許多塑膠布溫室夏天也要將塑膠布拿掉，例如洋香瓜採用隧道式溫室栽培，一年種一期，一期後要馬上移走，而這些材料還要保存一年，一年後這些材料是不是可以繼續使用，這些經濟效益問題，希望也能夠研究。

孫明賢（亞洲蔬菜研究發展中心）：

我不佔用大家太多時間，只談兩點，第一、整個設施園藝將來應該怎麼做，方向也好，技術上也好，研究工作上也好，我想應該讓諮議小組去討論，他們在技術上、政策上，應該會有周全的討論。我把蘇副廳長講的歸納成四個字，就是兩個術語：一個是需要，一個是經濟，就是這麼簡單。要不要發展設施園藝，有沒有需要，不論是市場上的需要，環境上的需要，或是其他經濟上的需要，甚至社會上的需要，都可以「需要」兩個字來考慮。其次就是經濟，能不能做，做了以後有沒有價值，所以我認為這四個字可以做為今後規劃、發展和研究的一個最高原則。第二、剛剛仿冒二字，被提出來好幾次，蔣顧問坐在我旁邊，他說仿冒這個名詞用錯了，我想了一會兒，的確是用錯了，仿冒是一個法律上所用的名詞，是法院才能用的，一般人不能用，因為你仿冒別人，你不會講，你說自己仿冒他人，別人不笑話你嗎？自己做小偷，還說自己是小偷。別人也沒有權力講，為什麼呢？仿冒有仿冒的條件，剛剛所說的仿冒，也許是仿造，我看什麼樣子，我仿造一下，譬如我蓋一棟像白宮的房子，別人不會說我是仿冒，那麼仿冒有什麼條件？我想第一個條件就是商標，你是不是學了別人的商標，沒有得到對方同意，就是仿冒。第二個條件是你侵犯別人的專利，這產品是別人的專利，你沒有得到對方同意，就去生產，我想這兩個才能構成仿冒的條件。

黃秀華（台中區農業改良場）：

各位專家在從事設施園藝栽培時，一種作物一直連續、重複種植，是不是有主要的病害變成次要的病害，或是把次要的病害變成主要的病害，假如有這種情形發生，是否就會使得我們在農藥使用上，增加許多困擾呢？還是這個問題尚不是一個很嚴重的問題。

李哖（台灣大學）：

整個設施園藝上，未必是一個重要的問題。因為時間有限，我們會後可以慢慢討論。我想補充ＰＥ布的問題，日本有做過防紫外線的塑膠布，但價錢就貴很多。在歐美很少做，因為ＰＥ布使用到夏天時，夏天很熱就拿掉了。防塵的研究，到現在還是沒有辦法解決，它一定會吸塵，吸塵以後就變黑了，所以他們的塑膠布很便宜。台灣夏天不太能用，還有颱風的問題，所以我的原則是應該從秋天開始換新的塑膠布，透光度非常好，到了夏天就有遮蔭的效果。到了颱風季節以後，我主張把它劃破，讓風吹過去，對結構體不會有任何的損害，如果塑膠布很牢靠，牢得覆蓋在上面都不會被颱風吹破的話，就會把整個結構體吹垮。所以，我認為要便宜，又經濟，又要最好，最牢，却不一定是最適合的。

郭孚燿（台中區農業改良場）：

我有一個非常自私的要求，我想請王鼎盛教授幫我設計的結構圖做測定。農林廳為了推廣設施栽培，指示我畫一張簡單的設施設計圖，承蒙採用，且廣泛在推薦給每個農會使用，但是最近經常有農民問我，到底堅固性如何？因為我不是學工程的，無法回答這個問題，所以我想將設計圖送給王老師，請王老師幫忙計算應力。

王鼎盛（台灣大學）：

沒有問題，我會為你服務。我們也曾用電腦跑過一個標準型式，報告在前年發表在農工學報。

郭孚燿（台中區農業改良場）：

剛剛李哖教授那個構想很好。紗網覆蓋栽培在琉球應用得非常多，他們的目的在遮蔭及防強風，我們蔬菜在西螺地區採用這種方式，栽培的非常成功，値得再繼續探討和硏究。

李金龍（農委會）：

我們談最後一個問題——技術轉移的對象，到目前爲止，我們所聽到的都是農民，這也是農林廳、農委會和有關的農業試驗單位所努力服務的對象。偶而我也聽到幾個農民組織的公司，或是私人公司有意願、有興趣來參與這個工作，包括台糖公司，嚴格來說，她不算是農民，而是一個公營單位，將來我們技術開發出來，對這些對象是不是要排除呢？還是應該把她容納在內，或是有優先順序，以農民爲主、爲優先，但是也不會將那些有意願的人完全排除。我們是無償提供呢？或是應該收取一定的費用，做爲將來硏究發展的基金，這些問題請諸位發表高見。

高德錚（台中區農業改良場）：

我想就水耕方面來談，在日本眞正輔導的不是試驗硏究單位，而是私人的水耕公司，但是最早將這個技術開發出來的，都是政府所屬的公家機關，我不了解他們如何把這些技術轉移到私人的公司，是不是台灣也有廠商願意自己來投資開設一個水耕公司或是類似設施園藝的公司，然後和政府機關談條件，將這些技術買去，由他來開發屬於他自己商標的名牌溫室或類似資材，以上是我提供的意見。

謝順景（台中區農業改良場）：

關於技術轉移的問題，我們以水耕栽培爲例，過去硏究時，有很多人來參觀後就想做，最初有興趣的，都是資本比較雄厚的人，因爲這些資材比較貴。譬如有一個非常有錢的廠商想投資一億元，但我們認爲那不是我們推廣的對象。農委會最初採比較保留的態度，但我們覺得這種技術需要成本，剛開始需要一個有資本的人來做，台糖公司等於帶動了這個工作，她做得很成功，農民看了有信心，認爲可以做，慢慢就有投資的意願，所以由此觀點來看，公營事業，如台糖公司來做，等於有帶動作用。政府機關和台糖公司由去年就在談，是不是能毫不保留的交流，但都不很明朗化。依我的觀點來看，台糖公司和政府機關也應該交流一下，我想她不致於對農民造成很大的競爭，反而農民意願慢慢的提高了。所以這個問題以後在諮議委員會推廣小組內，我們再詳細的討論。將來推廣給農民的時候，會遭遇到成本的問題，正如塑膠網，最初推廣給農民時，推廣不出去，農林廳就補助一些經費，以後他們有信心，就自動的做，所以日後要推廣水耕栽培時，是不是要政府拿一筆錢來鼓勵，彰化縣政府農業局已經編列四十萬元，台中市政府也編列四十多萬元來補助農民，開始時對象是農民，而農會或農林廳、農委會給他們一點象徵性的鼓勵，如此技術轉移的工作才能順利，而提高農民所得的目的也比較容易達到。

李金龍（農委會）：

恭請蔣顧問給我們講評，及對以後的工作做個適當指示。

蔣顧問彥士（農委會）：

六位主持人、蘇副廳長、杜所長、各位女士、各位先生，這次的設施園藝硏討會，在這裏舉

行了兩天，彥士靜靜的傾聽十五位專家的報告、意見及下午林美霞小姐的十五分鐘引言，一共十六位，還有四十二位人士的發言，對我來說是個非常好的教育，我與其他的多位先生有同樣的感覺，這是個非常有意義的研討會。因爲昨天下午鳳山分所許淼淼小姐報告洋香瓜水耕試驗時，即想提出一個說明，但却沒時間，所謂的洋香瓜是最近我們說的，以往好幾年中在飯館都是哈蜜瓜，其實今天我們叫洋香瓜，昨日許小姐有張幻燈片上有一個長的很大的是哈蜜瓜，圓的是洋香瓜英文叫Cantaloup或Muskmelon。這兩個名字在美國中西部叫Muskmelon，在東部叫Cantaloup，其實是一樣的。至於洋香瓜的吃法是切開後用湯匙吃，是吃它的軟、汁多、甜。哈蜜瓜則剖開後，用叉子吃不用湯匙，是吃它的脆。其實兩者是不一樣的東西。美國有種叫Crenshaw 是我們所說的哈蜜瓜。所謂的哈蜜瓜是生產在甘肅之吐魯番窪地，而是以哈蜜市爲出口市場，並非出產在哈蜜。

我聽了大家之報告和發言之後，覺得設施園藝對今後台灣農業的前程是非常重要的。台灣地少人多，將來若不提倡設施園藝的話，農業將會衰退。設施園藝是我們農業向前發展的重要途徑，至於怎麼做，發言的先生們都提到過，這點將來請農委會、農林廳，以及有關專家去討論。

今天我有三個建議：

一、此次研討會參加人員大約二百位，有的想來但場地不夠大，不能容納，非常抱歉。今天中午與杜所長商討過，今後類似的研討會，可以分地區來舉行，如分北、中、南，但不必兩天，希望在此次會議後，請農林廳、農委會、農試所大家來建議檢討，如何濃縮成一天在一地方舉行，舉行幾次都沒關係，有關的農友、廠商、熱心人士皆可參加，這是個教育工作，希望能夠繼續的推廣來做。

二、關於經濟的問題，設施園藝需經濟，今天我調查一下，發現整個中央農業的預算，花在園藝上的經費佔百分之七，而整個省政府花在農業方面的百分之四是花在園藝上的。希望蘇副廳長能向余廳長、省府邱主席報告，今後園藝經費要增加。同時李科長也一定向主任委員建議增加經費。

三、我們試驗研究機構，農業改良場都在做研究，將來如何來推廣或做輔導工作。我認爲原則上，設施園藝應民營，我們政府機構只能做研究，最多做示範，不要政府機構來國營或省營，我想這個應該避免。若能眞正民營，相信設施園藝前途一定會好，可是我們有許多小農只有一甲地，大家一窩蜂的你做我也做，投資多而資金不一定充裕，成功固然好，若失敗即太對不起小農。因此請李科長組成的小組能對這個問題加以研究。小農們希望不要個別去做，應透過農會、農民組織，把他們結合起來，如此失敗率會降低。中國人普通個人能力很強，要合作起來就較難，這一點我希望從事園藝者，尤其是將來要從事設施園藝者，不但技術要轉移，更重要的合作心也要轉移。我很同意剛才蘇副廳長提到一個是需要、一個是經濟，總而言之，我們站在輔導的立場，政府機構應研究、發展、輔導，而在輔導方面一定要顧到經濟的觀點。謝謝主席給我這個機會，恭祝各位健康愉快、成功。

結　論

一設施種類之開發以經濟實用爲原則，以發展適用之各類型設施。

二須以科技整合的方式，結合各學門之專業知識如：土壤、營養、園藝、農工、農機、病蟲害防治等，以有效推動此項工作。

三發展初期應吸收國外先進技術，必要時可引進整套設備，操作示範，以帶動產業。

四加強技術轉移，分區舉辦研討會或講習會，並將有關資料編印成專刊，供從業之人士參考。

五應編撰溫室及各類設計建造之技術手冊，做爲從事設施栽培時之作業依據。

六建議有關單位寬列園藝，尤其是設施園藝研究及推廣經費，加速推動此一產業。

七設施資材之開發，政府應站在輔導之立場，協助民間開發，生產規格化之各項設備。

八設施園藝之推廣應透過農民組織系統，組織農民共同發展，避免零星或一窩風之興築設施，以免浪費資源。

研討會出席人員名單

中華民國七十六年二月十八日至十九日

單　　位	出　席　人　員
行政院農業委員會	蔣彥士、黃正華、古德業、李金龍、蘇楠榮、諶靜吾、黃子彬、林美霞、連忠勇。
行政院國家科學委員會	林敏雄。
行政院國軍退除役官兵輔導委員會	黃榮吉、黃明福、陳堯階。
台灣省政府農林廳	余玉賢、余增廷、蘇匡基、蕭榮福、黃武林、鄭義雄、蘇松本、林國濱、謝水來、施明山、呂德仁、黃士元、翁正憲、蔡竹固、黃美華。
台北市政府建設局	林惠玲、蔡振聰、游達聲。
高雄市政府建設局	周德雄。
台灣大學	許圳塗、李　哖、王鼎盛、鄭正勇、游以德、黃裕益、鄭　燮、張國貞、陳　中、涂美智、宋芬玫、黃志偉、侯文祥、鄧東茂。
中興大學	貢穀紳、黃敏展、張武男、李國權、區少梅、朱建鏞、宋　妤、林慧玲、王豐政。
文化大學	馬愛芳、傅正昌。
屏東農專	何韻詩、陳麗筠。
嘉義農專	呂明雄、黃達雄、許文章。
亞洲蔬菜研究發展中心	孫明賢、鄒篪生、賴森雄、郭宗吉、馬清華。
台灣省農業藥物毒物試驗所	李國欽、高清文、呂理燊。
種苗改良繁殖場	何陽修、廖文偉。
桃園區農業改良場	張學琨、許東暉、張粲如、廖芳心、李窓明、鄭　婧、李文汕。
台中區農業改良場	謝順景、宋　勳、高德錚、郭俊毅、林嘉興、郭孚燿、黃秀華。
台南區農業改良場	林學正、程永雄、張明聰、顏永福、侯鳳舞、王昭月。
高雄區農業改良場	吳育郎、陳旭雲、施純堅。
台東區農業改良場	陳榮五、李善忱、李興進。
花蓮區農業改良場	林富雄、劉昭雄、林慶喜。
金門縣農業試驗所	黃聰山。
金門縣林業試驗所	李開盤。
連江縣農業改良場	邱吉鶴。
台灣省農會	施連勝、杜肇基、朱大乾、劉益男。
蘆洲鄉農會	盧張信、李俊英。
新社鄉農會	羅名在、張陣國。
大村鄉農會	張錦滄、賴惠秋。
田尾鄉農會	邱傅錦、張利雄。

單位	出席人員
溪湖鄉農會	蔡參旗、王禮深。
埔里鎮農會	陳得時、張德和、方進財。
土庫鎮農會	陳木全、張震東。
西螺鎮農會	鍾　井、廖焜標。
九如鄉農會	王進用、方詩堂。
六腳鄉農會	侯長茂、黃英德。
埔心鄉農會	黃存德、張慶賜。
香蕉研究所	朱慶國、柯立祥。
台灣糖業研究所	楊秀蘭、楊柏椿、許義祥。
台灣糖業公司	洪星輝、靳鐵英。
台灣肥料公司研究中心	楊光盛。
台灣聚合化學品公司	王進雄。
台灣鳳梨公司	曾森光、林勝才。
農友種苗公司	曾先化、呂俊茂、陳永賢。
東帝士超級市場	陳由豪。
卓越造景公司	游鎮遠。
台北市建國假日花市自治會	吳昭祥、黃貴露、陳煜超、周武吉、童　倫、周啓輝。
台灣區花卉發展協會	洪金寶、周佩玲、羅文耀、林進成。
業　者	蘇文輝、董錫地、吳孟學、林宜蔣、張師主、廖乾雄、張哲文、蔡金玉、陳瀅如、陳文正、黃伯幹、郭國鐘、陳裕明、陳聰敏。
台灣省農業試驗所	杜金池、林清富、蕭吉雄、曹幸之、吳明哲、徐信次、葉節耀、楊偉正、凌千里、張有明、溫英杰、黃肇家。
嘉義農業試驗分所	林瓊玖、張清勤。
鳳山熱帶園藝試驗分所	沈再發、林昭雄、陳敏祥、林正忠、許淼淼。
中國園藝學會	蔡平里、劉洪倫、柯榮輝、朱欽昌、翁松助。